

REGENSBURGER GEOGRAPHISCHE SCHRIFTEN

Herausgegeben von

Toni Breuer, Klaus Heine, Karl Hermes, Johannes Obst, Gisbert Rinschede

Schriftleitung
Hans-Peter Niller

Heft 31

Hans-Peter Niller

Prähistorische Landschaften im Lößgebiet bei Regensburg
-
Kolluvien, Auenlehme und Böden als Archive der Paläoumwelt

1998

Institut für Geographie an der Universität Regensburg

Selbstverlag

ISBN 3 - 88246 - 204 - 3

Niller, Hans-Peter:
Prähistorische Landschaften im Lößgebiet bei Regensburg -
Kolluvien, Auenlehme und Böden als Archive der Paläoumwelt/
Hans-Peter Niller. - Regensburg, 1998
(Regensburger Geographische Schriften; Heft 31)
Zugl.: Regensburg, Universität., Dissertation, 1998
ISBN 3 - 88246 - 204 - 3

Die Arbeit wurde im Jahr 1998 von der Philosophischen Fakultät III
- Geschichte, Gesellschaft und Geographie -
der Universität Regensburg als Dissertation angenommen.

Erstgutachter: Prof. Dr. K. Heine
Zweitgutachter: PD Dr. J. Völkel

Druck: S-Druck, Regensburg
Mit finanzieller Unterstützung der Universität Regensburg

**Für Bernard
(1927-1987)**

*„Man sollte nicht den Finger,
der auf den Mond weist, für den
Mond selbst halten.“
<Buddhistische Parabel>*

Vorwort

Im Rahmen des Schwerpunktprogrammes der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) „Wandel der Geo-Biosphäre während der letzten 15.000 Jahre - Kontinentale Sedimente als Ausdruck sich verändernder Umweltbedingungen“ gilt ein besonderes Augenmerk der Untersuchung von Einflüssen vorgeschichtlicher Kulturen auf die Landschaftsentwicklung in Altsiedellandschaften.

Böden, Kolluvien und Auenlehme stellen Archive zur Rekonstruktion der prähistorischen Kulturlandschaftsentwicklung dar. Das Lößgebiet bei Regensburg als archäologisch gut untersuchtes Altsiedelgebiet bietet für diese Fragestellung die entsprechenden Voraussetzungen.

Gefördert wurde die Arbeit durch eine Anstellung als Wissenschaftliche Hilfskraft von Oktober 1994 bis August 1997 im Projekt „Abschätzung anthropogener und klimatischer Einflüsse auf die holozäne Boden- und Reliefentwicklung einer Altsiedellandschaft - das Beispiel des südbayerischen Lößgebietes“ (Az.: He 722/24-1, -2, -3) innerhalb des genannten Schwerpunktprogrammes.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die durch ihre Förderung die vorliegende Arbeit ermöglichte, bin ich daher zu großem Dank verpflichtet.

Da die Frage nach Mensch und Klima als den steuernden Faktoren holozäner Landschaftsentwicklung im Mittelpunkt des Projektes steht, wird ausführlich darauf eingegangen: Die Vorbedingungen vorgeschichtlicher Landschaftsveränderungen in Deutschland werden erläutert und Forschungsergebnisse kritisch diskutiert.

Im Untersuchungsgebiet wird anschließend geprüft, inwieweit Auenlehme, Kolluvien und Böden als zeitlich lediglich grobauflösende Geoarchive geeignet sind, Antworten auf die Frage nach den Ursachen und Ausmaßen der mittel- bis jungholozänen Landschaftsveränderungen zu geben.

Durch die Anwendung unterschiedlicher Schriftgrößen wird im Text hierarchisch zwischen dem Lauftext und speziellen Anmerkungen differenziert.

Es ist unabdingbar, die angesprochenen Fragestellungen im Rahmen einer interdisziplinären Forschung einer Prüfung zu unterziehen. Besonders wurde deshalb der Kontakt zu archäologischen Einrichtungen gesucht, der in der Regel mit regem Interesse beantwortet wurde.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. K. Heine, der die Arbeit mit großer Aufmerksamkeit verfolgte und mir in vielfältiger Form Unterstützung zukommen ließ. Seine kritische Aufgeschlossenheit war mir stets Ansporn und Ermutigung. Außerdem ermöglichte Herr Professor Dr. K. Heine durch seinen Einsatz die Einbindung an das genannte DFG-Schwerpunktprogramm und verhalf damit dieser Arbeit auch derart zum Entstehen.

Ferner möchte ich Herrn PD Dr. J. Völkel meinen Dank aussprechen, der freundlicherweise die Anfertigung des Zweitgutachtens übernahm und darüber hinaus meinen beruflichen Werdegang immer in wohlwollender Weise unterstützte. Herr PD Dr. J. Völkel baute in den vergangenen Jahren in Regensburg ein außerordentlich funktions- und leistungsfähiges, bodenkundlich-sedimentologisch ausgerichtetes Labor auf. Das laboranalytische Wissen der Arbeitsgruppe 'Landschaftsökologie und Bodenkunde' unter Leitung von Herrn Völkel fließt in den methodischen Teil dieser Arbeit sehr stark ein, da ich diese Erfahrungen uneingeschränkt nutzen konnte. Auch dafür will ich mich sehr herzlich bedanken.

Im Juni 1996 konnten die damaligen Ergebnisse auf einer Tagung in Regensburg mit anschließender Exkursion einem interessierten Fachpublikum vorgestellt werden. Bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern dieses DFG-Kolloquiums möchte ich mich ausdrücklich für ihre Hinweise und Anregungen bedanken.

Durch die Beschäftigung mit vorgeschichtlicher Landschaftsentwicklung bin ich im besten Sinne interdisziplinär in die Welt der Vor- und Frühgeschichte eingeführt worden. Dieser Ansatz hat mir viele Horizonte geöffnet. Ferner habe ich sehr dankbar zu sein für die Aufgeschlossenheit und Unterstützung, die mir von archäologischer Seite zuteil wurde.

In diesem Kontext gilt meiner besonderer Dank Herrn Dr. M. Rind (Kreisarchäologie Kelheim) und Herrn K. Eisele (Kreisarchäologie Kelheim) für die fruchtbare und ermutigende Zusammenarbeit bei den Untersuchungen auf dem Weltenburger Frauenberg bei Kelheim. Herr L. Kreiner, M.A. (Kreisarchäologie Dingolfing-Landau) begleitete aufmerksam meine Arbeiten bei Reisbach im Vilstal. Auch dafür möchte ich mich herzlich bedanken. Ebenso war Herr K. Böhm, M.A. (Kreisarchäologie Straubing-Bogen) unterstützend und ergänzend an den Arbeiten im Tal der Kleinen Laaber bei Geiselhöring beteiligt. Dort erfuhr ich auch dankenswerterweise wertvolle Hilfestellung durch Frau Dr. C. Nagler-Zanier (Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Außenstelle Landshut) und Frau K. Riedhammer, M.A. (Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Außenstelle Landshut). Ebenso bin ich Herrn Dr. M. Hoppe (vormals Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Außenstelle Regensburg) für seine Unterstützung dankbar. Weiter förderte Herr Prof. Dr. P. Schauer (Lehrstuhl für Vor- und Frühgeschichte) freundlicherweise diese Arbeit.

Den genannten Damen und Herren sei außerdem gedankt für die Altersbestimmungen von Keramikfunden, die oftmals „Licht ins Dunkel“ der sedimentologischen Untersuchungen brachten.

Weiter gilt mein Dank für die freundliche Aufnahme auf archäologischen Grabungen den Herren T. Dannhorn, M.A. (Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Außenstelle Landshut), L. Preindl und W. Froschauer (Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Außenstelle Regensburg).

Für die Unterstützung in bodenkundlichen Fragen und die Überlassung teilweise unveröffentlichter Profilaufnahmen und Karten danke ich den Herren Dr. M. Eiberweiser, Dr. W. Grottenthaler, Dr. F. Schmidt und Dr. R. Traidl vom Bayerischen Geologischen Landesamt (Abteilung Bodenkunde), München.

Die Radio-Kohlenstoff-Datierungen vorliegender Arbeit wurden dankenswerterweise vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (Prof. Dr. M. Geyh) (konventionell) und vom Physikalischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg (Prof. Dr. W. Kretschmer) (AMS) übernommen.

Herr Dipl.-Ing. (FH) A. Schiffner (Wasserwirtschaftsamt Deggendorf) stellte freundlicherweise gewässerkundliche Daten zur Verfügung.

Besonderen Dank schulde ich Herrn Dipl.-Geogr. T. Nuber, der mich sowohl im Gelände als auch im Labor tatkräftig und unermüdlich unterstützte sowie am Fortgang der Arbeit stetes Interesse zeigte.

Herrn Dipl.-Geogr. K. Fienemann danke ich für die bereitwillige und ausführliche Übernahme von Korrekturarbeiten und seine kritisch-kreative Diskussionsbereitschaft.

Herr Dipl.-Geogr. L. Rahm nahm sich meiner in EDV-technischen Fragen an und konnte zur Lösung mancher, v.a. graphischer Probleme beitragen. Dafür gilt ihm mein ausgewiesener Dank.

Ferner überprüfte dankenswerterweise Frau E. Rahm intensiv die Reinschrift des Manuskriptes.

Herr Dipl.-Geogr. R. Walter unterstützte mich freundlicherweise bei Geländearbeiten und sah Teile des Manuskriptes kritisch durch.

Ebenso gilt mein Dank Frau Dipl.-Geogr. M. Igl für die Übernahme von Korrekturarbeiten.

Frau Dr. A. Mahr habe ich für interessante Überlegungen zum Fortgang meiner Arbeit zu danken. Ferner stellte sie freundlicherweise EDV-Masken für laboranalytische Daten zur Verfügung.

Herrn Dr. H.-J. Barth danke ich für die druckvolle Unterstützung am Ende der Arbeit.

Dem Kartographen am Lehrstuhl für Physische Geographie (Prof. Dr. K. Heine), Herrn E. Ardelean möchte ich besonders danken für die Umsetzung und Reinzeichnung meiner zahlreichen Profilskizzen.

Frau D. Melchner, Laborassistentin in der Arbeitsgruppe 'Landschaftsökologie und Bodenkunde' (Ltg. PD. Dr. J. Völkel) beflügelte durch ihr engagiertes Eintreten das Voranschreiten der aufwendigen Laborarbeiten.

Im Gelände und im Labor trugen folgende studentische Hilfskräfte engagiert und interessiert zum Gelingen der Arbeit bei: M. Bauer, B. Bruckmoser, P. Chiffard, H. Hetzer, M. Hilz, M. Hopfmüller, E. Kneisel, S. Rupprecht, E. Schmidt und S. Swierzina. H. Hetzer las zudem mit R. Walter die englische Zusammenfassung Korrektur. Ihnen allen gilt mein herzlicher Dank.

Ferner danke ich meinen, hier ungenannten Freundinnen und Freunden, die mir durch manch aufmunterndes Wort, manch zustimmende Geste und manch stützendes Lächeln stets ihre Anteilnahme vermittelten.

Ebenso danke ich meinen Eltern herzlich für ihre Unterstützung.

Meiner Lebensgefährtin I. Sitzberger sei gedankt für Wärme und Zuneigung in bewegten und bewegenden Zeiten.

Danken möchte ich auch den Herausgebern der Regensburger Geographischen Schriften für die Aufnahme der Arbeit in ihrer Reihe.

Das Manuskript wurde im November 1997 abgeschlossen.

Regensburg, im Dezember 1998

Hans-Peter Niller

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	v
Inhaltsverzeichnis	ix
Verzeichnis der Abbildungen	xiii
Verzeichnis der Tabellen	xviii
Verzeichnis der Beilagen	xviii
Verzeichnis der Fotos	xix
Verzeichnis der verwendeten Karten	xix

Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG	1
1.1	Vorüberlegungen und Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung	5
1.3	Aufbau der Arbeit	8
2	VORGESCHICHTLICHE BODENEROSION IN DEUTSCHLAND - STAND DER FORSCHUNG	9
2.1	Vorüberlegungen zu den Faktoren vorgeschichtlicher Bodenerosion und den Möglichkeiten ihrer Rekonstruktion	9
2.1.1	Die Klimavariabilität im Mittel- und Jungholozän und ihre möglichen Aus- wirkungen auf die Erosivität der Niederschläge	11
2.1.1.1	Klimatische Grundzüge im mitteleuropäischen Neolithikum	17
2.1.1.2	Klimatische Grundzüge in der mitteleuropäischen Bronzezeit	20
2.1.1.3	Klimatische Grundzüge in der mitteleuropäischen Eisenzeit	22
2.1.1.4	Zusammenfassende Anmerkungen zu den klimatischen Grundzügen des Holozäns und ihren möglichen Auswirkungen auf die Bodenerosion	24
2.1.2	Die Bedeutung der Bodeneigenschaften für den vorgeschichtlichen Ackerbau und die vorgeschichtliche Bodenerosion	25
2.1.3	Das natürliche Relief als Grundlage und anthropogenetische Reliefver- änderungen als Konsequenz vorgeschichtlichen Ackerbaus	29
2.1.4	Agrar- und ackerbaugeschichtliche Aspekte der vorgeschichtlichen Boden- erosion	32
2.1.5	Zusammenfassung der Überlegungen zu den Vorbedingungen für vorge- schichtliche Bodenerosion	38
2.2	Vorgeschichtliche Bodenerosion in mitteleuropäischen Altsiedellandschaften (Schwerpunkt: Lößgebiete Deutschlands) - Zusammenstellung der Befunde	40
2.2.1	Kolluvien	41
2.2.1.1	Kolluvien, ihre Bedeutung für die Rekonstruktion vorgeschichtlicher Um- weltverhältnisse, ihre Kennzeichen und ihre Datierung	41
2.2.1.2	Vorgeschichtliche Kolluvien in mitteleuropäischen Lößlandschaften	44
2.2.2	Auenlehme und ihre Bedeutung für die Rekonstruktion holozäner Land- schaftsgeschichte	51
2.2.3	Bodenerosion und Pedogenese - Befunde zur holozänen Bodenentwicklung	63
2.2.4	Kolluvien, Auenlehme und Böden - Möglichkeiten zur Rekonstruktion holo- zäner Landschaftsgeschichte	70
2.2.5	Landschaftsveränderungen in vorgeschichtlicher Zeit außerhalb Mittel- europas - ein Exkurs	70

3	DAS UNTERSUCHUNGSGBIET	74
3.1	Lage und Relief	74
3.1.1	Standorte im Unterbayerischen Hügelland	75
3.1.2	Standorte in den benachbarten Gebieten des Unterbayerischen Hügellandes	75
3.2	Naturräumliche Entwicklung und Ausstattung	76
3.2.1	Geologische und geomorphologische Entwicklung	76
3.2.1.1	Unterbayerisches Hügelland	76
3.2.1.2	Randgebiete des Unterbayerischen Hügellandes	80
3.2.1.2.1	Bogenberg	80
3.2.1.2.2	Frauenberg	81
3.2.2	Böden und Bodenerosion	81
3.2.3	Klima	84
3.2.4	Vegetationsverbreitung und -geschichte	86
3.3	Vorgeschichtliche Besiedlung	89
3.4	Zusammenfassende Überlegungen zum Untersuchungsgebiet	91
4	METHODIK	92
4.1	Auswahl der Untersuchungsstandorte	92
4.2	Feldarbeit und Profilsprache	93
4.3	Labormethoden	95
4.3.1	Korngrößenanalyse	95
4.3.2	Bodenchemische Analysen	96
4.3.2.1	pH-Wert	96
4.3.2.2	Organischer Kohlenstoff	96
4.3.2.3	Carbonatgehalt	96
4.3.2.4	Elementfraktionen von Aluminium, Eisen und Mangan	96
4.3.3	Tonmineralogische Untersuchungen	98
4.3.4	Mikroskopische Untersuchungen	99
4.4	Darstellung der Ergebnisse	99
5	KOLLUVIEN, AUENLEHME UND BÖDEN - ERGEBNISSE AUS DEM LÖSSGBIET BEI REGENSBURG UND SEINEN RANDREGIONEN	100
5.1	Holozäne Landschafts- und Bodengeschichte in Tälern des Unterbayerischen Hügellandes	100
5.1.1	Böden, Kolluvien und Auenlehme - holozäne Landschaftsgeschichte im Tal der Kleinen Laaber bei Geiselhöring	100
5.1.1.1	Die Talaue der Kleinen Laaber	103
5.1.1.1.1	Aufbau der Sedimente der Talaue	105
5.1.1.1.2	Die Talaue der Kleinen Laaber bei Geiselhöring - Diskussion und Zusammenfassung	119
5.1.1.2	Hangsedimente an einem nördlichen Talhang der Kleinen Laaber	123
5.1.1.2.1	Befunde	123
5.1.1.2.2	Kolluvien an einem nördlichen Talhang der Kleinen Laaber - Zusammenfassung und Diskussion	137
5.1.1.3	Böden und Bodenerosion an der spätlatènezeitlichen Viereckschanze bei Sallach	139
5.1.1.3.1	Aufbau der Böden	139
5.1.1.3.2	Böden im Umfeld der spätlatènezeitlichen Viereckschanze bei Sallach - Zusammenfassung und Diskussion	146

5.1.1.4	Auenlehme und Kolluvien unterhalb des vorgeschichtlichen Siedlungsareals Baugebiet B 17 bei Geiselhöring	147
5.1.1.4.1	Befunde	147
5.1.1.4.2	Hang- und Auensedimente nördlich eines vorgeschichtlichen Siedlungsareals bei Geiselhöring - Zusammenfassung und Diskussion	153
5.1.1.5	Holozäne Landschaftsentwicklung im Tal der Kleine Laaber bei Geiselhöring - Zusammenfassung und Diskussion	154
5.1.2	Aufbau der Auensedimente im Tal der Großen Laaber	156
5.1.2.1	Aufbau der Sedimente der Talau	157
5.1.2.2	Zusammenfassung - Talau der Großen Laaber bei Pfakofen	159
5.2	Holozäne Relief- und Pedogenese im Tertiärhügelland	160
5.2.1	Dellenentwicklung im Verzahnungsbereich unterschiedlicher Locker- sedimente bei Seedorf	160
5.2.1.1	Übersicht zur bodenkundlich-geomorphologischen Situation	161
5.2.1.2	Reliefentwicklung bei Seedorf im Lößhügelland - Zusammenfassung und Diskussion	174
5.2.2	Kolluvien und Böden am Übergang vom Lößhügelland zur Hochterrasse der Donau	177
5.2.2.1	Kolluvien und Böden im Lößhügelland bei Eggfing	177
5.2.2.2	Kolluvien auf der Donau-Hochterrasse bei Eggfing	184
5.2.2.3	Kolluvien und Böden bei Eggfing am Übergang vom Lößhügelland zur Hochterrasse der Donau - Zusammenfassung und Diskussion	191
5.2.3	Rinnenfüllungen und Kolluvien im Umfeld einer bronzezeitlichen Siedlung im Vilstal bei Reisbach	193
5.2.3.1	Befunde der bodenkundlich-sedimentologischen Arbeiten	194
5.2.3.2	Zusammenfassung und Diskussion der Befunde bei Reisbach im Vilstal	203
5.2.4	Kolluvien und Böden im Umkreis eines römischen Gutshofes bei Thal- massing	205
5.2.4.1	Böden und Sedimente im unmittelbaren Bereich der villa rustica	206
5.2.4.2	Aufbau der Böden und rezenten Hangkolluvien bei Thalmassing	213
5.2.4.3	Talquerschnitt durch das Pfattertal mit Aufbau der Auensedimente	215
5.2.4.4	Thalmassing - Zusammenfassung und Diskussion	217
5.2.5	Holozäne Boden- und Reliefentwicklung im Lößhügelland südlich von Regensburg - Synthese	219
5.3	Bodenentwicklung im Umfeld vorgeschichtlicher Hochterrassensiedlungen	221
5.3.1	Böden bei Essenbach (Ammerbreite II) auf der Hochterrasse der Isar	221
5.3.2	Böden bei Burgweinting (Hochterrasse der Donau)	225
5.4	Bronze- und urnenfelderzeitliche Höhensiedlungen - Land- schaftsveränderungen in vorgeschichtlich intensiv genutzten Räumen	229
5.4.1	Der Frauenberg bei Kelheim	229
5.4.1.1	Naturräumliche Ausstattung	230
5.4.1.2	Abriß der Siedlungsgeschichte	232
5.4.1.3	Bodenkundliche und geomorphologische Befunde zur vorgeschichtlichen Landschaftsveränderung am Frauenberg	234
5.4.1.4	Zusammenfassung	270
5.4.2	Der Bogenberg bei Straubing - Exkurs	274
5.4.3	Anthropogene Veränderungen in vorgeschichtlichen Höhensiedlungen - Zusammenfassung und Diskussion	277

6	VORGESCHICHTLICHE BODENEROSION, HOLOZÄNE BODEN- UND RELIEFENTWICKLUNG - ZUSAMMENFASSENDER DISKUSSION	279
6.1	Faktoren der holozänen Relief- und Bodenentwicklung	279
6.2	Untersuchungsstandorte und Paläoarchive - Zusammenfassung der Befunde	282
6.3	Schlußbemerkungen	287
7	ZUSAMMENFASSUNG	288
7.1	Summary	290
8	LITERATUR	291
9	DOKUMENTATION	320
9.1	Profilbeschreibungen und Laboranalytik	320
9.1.1	Tal der Kleinen Laaber	320
9.1.1.1	Sallach (Spätlatènezeitliche Viereckschanze)	320
9.1.1.2	Kleine Laaber bei Sallach (Hang- und Auenprofile)	326
9.1.1.3	Geiselhöring (Auen- und Hangsedimente)	348
9.1.2	Tal der Großen Laaber	359
9.1.3	Seedorf	362
9.1.4	Egglfing	371
9.1.4.1	Donau-Hochterrasse	371
9.1.4.2	Lößhügelland	375
9.1.4.3	Donau-Hochterrasse (Schnitt 2)	377
9.1.5	Reisbach im Vilstal	378
9.1.6	Thalmassing	384
9.1.6.1	Villa rustica	384
9.1.6.2	Baugrube „Lichtinger“	386
9.1.6.3	Tal der Pfatter	388
9.1.7	Essenbach-Ammerbreite	390
9.1.7.1	Bodenbildung in urnenfelderzeitlichen Grubenfüllungen	390
9.1.7.2	Kolluvien und Böden an der Hochterrassenkante	391
9.1.8	Burgweinting-Ost	393
9.1.9	Frauenberg	396
9.1.9.1	Äußerster Abschnittswall (Wall 4)	396
9.1.9.2	Dritter Abschnittswall (Wall 3)	400
9.1.9.3	Frauenberg: Profile zwischen Wall 3 und Wall 4	403
9.1.9.4	Profile südsüdöstlich des äußersten Abschnittswalles	406
9.1.9.5	Profile aus einem Waldbestand zwischen Wall 3 und Wall 4	411
9.1.9.6	Frauenberg - Profile am Südhang	413
9.1.9.7	Frauenberg - Grubenfeld	414
9.1.9.8	Frauenberg - Wolfgangswall	414
9.1.9.9	Frauenberg - Klostergarten	415
9.2	Tabellenanhang	417
9.3	Anhang ¹⁴ C-Datierungen	429

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1	Schematisierte Darstellung der Reliefentwicklung und des Prozeßgefüges in den Lößgebieten Mitteleuropas seit dem letzten Hochglazial.	31
Abb. 2	Wirkungsgefüge vorgeschichtlicher Bodenerosion.	40
Abb. 3	Karte mit der Lage von Standorten zur Untersuchung vorgeschichtlicher Bodenerosion in Deutschland.	47
Abb. 4	Darstellung vorgeschichtlicher Hochflutaktivitätsphasen.	62
Abb. 5	Die Untersuchungsstandorte in ihrem naturräumlichen Rahmen.	74
Abb. 6	Übersicht zu den Böden im Untersuchungsgebiet, nach Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (1995) (ed.) , leicht verändert.	82
Abb. 7	Mittlere jährliche Niederschlagssummen im Untersuchungsgebiet (Meßreihe 1961-1990), nach BayFORKLIM (1996) (ed.) , leicht verändert.	85
Abb. 8	Mittlere Jahrestemperaturen im Untersuchungsgebiet (Meßreihe 1951-1980), nach BayFORKLIM (1996) (ed.) , leicht verändert.	85
Abb. 9	Potentielle natürliche Vegetation im Untersuchungsgebiet, nach Seibert (1968) , vereinfacht.	88
Abb. 10	Standort Kleine Laaber - Übersicht.	103
Abb. 11	Sedimentologisch-pedologischer Schnitt durch die Talaue der Kleinen Laaber bei Geiselhöring.	104
Abb. 12	Korngrößenverteilungen und Korngrößensummen sandiger Auensedimente aus dem Tal der Kleinen Laaber.	106
Abb. 13	Korngrößenverteilung und Korngrößensumme der Auenlehme im Tal der Kleinen Laaber (n=48).	111
Abb. 14	Profil 7140-201 (Kleine Laaber 1): Laboranalytische Standardwerte.	114
Abb. 15	Profil 7140-242 (Kleine Laaber 42): Laboranalytische Standardwerte.	115
Abb. 16	Profil 7140-242 (Kleine Laaber 42).	115
Abb. 17	Profil 7140-239 (Kleine Laaber 39): Laboranalytische Standardwerte	116
Abb. 18	Profil 7140-239 (Kleine Laaber 39): Korngrößenverteilungen und Korngrößensummen der Auenlehme.	117
Abb. 19	Profil 7140-217 (Kleine Laaber 17): Laboranalytische Standardwerte.	118
Abb. 20	Stratigraphische Gliederung der Talaue der Kleinen Laaber bei Geiselhöring (nicht maßstabsgetreu).	123
Abb. 21	Korngrößenverteilung und Korngrößensumme der Kolluvien am nördlichen Talhang der Kleinen Laaber (n=34).	125
Abb. 22	Profil 7140-206 (Kleine Laaber 6): Laboranalytische Standardwerte.	127
Abb. 23	Profil 7140-209 (Kleine Laaber 9): Laboranalytische Standardwerte.	129
Abb. 24	Profil 7140-209 (Kleine Laaber 9).	129
Abb. 25	Diffraktogramme des Profils 7140-209 (Kleine Laaber 9): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).	131
Abb. 26	Diffraktogramme des Profils 7140-209 (Kleine Laaber 9): Quellungspräparate (Tonfraktion < 2µm).	132
Abb. 27	Diffraktogramme des Profils 7140-209 (Kleine Laaber 9): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).	133
Abb. 28	Profil 7140-208 (Kleine Laaber 8): Laboranalytische Standardwerte.	134
Abb. 29	Profil 7140-208 (Kleine Laaber 8).	134
Abb. 30	Profil 7140-208 (Kleine Laaber 8): Pedogenes Eisen - Anteile der unterschiedlich gebundenen Fraktionen.	135
Abb. 31	Profil 7140-208 (Kleine Laaber 8): Tiefenverlauf des pedogenen Eisens.	136

Abb. 32	Profil 7140-208 (Kleine Laaber 8): Relativer Anteil der unterschiedlichen Fraktionen des pedogenen Eisens.	136
Abb. 33	Catena durch die Vordere Schanze bei Sallach.	139
Abb. 34	Profil 7140-101 (Sallach 1): Laboranalytische Standardwerte.	141
Abb. 35	Korngrößenzusammensetzung von Profil 7140-104 (Sallach 4).	142
Abb. 36	Profil 7140-106 (Sallach 6): Laboranalytische Standardwerte.	143
Abb. 37	Profil 7140-105 (Sallach 5): Laboranalytische Standardwerte.	144
Abb. 38	Profil 7140-110 (Sallach 10): Laboranalytische Standardwerte.	145
Abb. 39	Catena Geiselhöring A.	148
Abb. 40	Profil 7140-304 (Geiselhöring): Laboranalytische Standardwerte.	149
Abb. 41	Korngrößenverteilungen und Kornsummen: Profil 7140-304 (Geiselhöring 4).	150
Abb. 42	Catena Geiselhöring B.	150
Abb. 43	Profil 7140-319 (Geiselhöring 19): Laboranalytische Standardwerte.	152
Abb. 44	Profil 7140-320a (Geiselhöring 20): Laboranalytische Standardwerte.	153
Abb. 45	Profil 7140-325 (Geiselhöring 25): Laboranalytische Standardwerte.	153
Abb. 46	Standort Große Laaber - Übersicht.	156
Abb. 47	Korngrößenverteilung und Korngrößensumme der Auenlehme der Großen Laaber (n=14).	157
Abb. 48	Profil 7139-201 (Große Laaber 1): Laboranalytische Standardwerte.	158
Abb. 49	Profil 7139-201 (Große Laaber 1).	159
Abb. 50	Standort Seedorf - Übersicht.	160
Abb. 51	Seedorf: Geologische Übersicht, nach Oschmann (1958) , vereinfacht.	161
Abb. 52	Seedorf: Pedologische Übersicht.	162
Abb. 53	Profil 7038-206 (Seedorf 6): Laboranalytische Standardwerte.	164
Abb. 54	7038-207 (Seedorf 7): Laboranalytische Standardwerte.	166
Abb. 55	Profil 7038-207 (Seedorf 7).	166
Abb. 56	7038-210 (Seedorf 10): Laboranalytische Standardwerte.	168
Abb. 57	Profil 7038-210 (Seedorf 10).	169
Abb. 58	Profil 7038-211 (Seedorf 11).	169
Abb. 59	Profil 7038-210 (Seedorf 10): Pedogene Oxide - Anteile der unterschiedlich gebundenen Fraktionen.	170
Abb. 60	Profil 7038-210 (Seedorf 10): Tiefenverlauf des pedogenen Eisens.	170
Abb. 61	Profil 7038-210 (Seedorf 10): Relativer Anteil der unterschiedlich gebundenen Fraktionen des pedogenen Eisens.	170
Abb. 62	Diffraktogramme des Profils 7038-211 (Seedorf 11): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).	171
Abb. 63	Diffraktogramme des Profils 7038-211 (Seedorf 11): Quellungspräparate (Tonfraktion < 2µm).	172
Abb. 64	Diffraktogramme des Profils 7038-211 (Seedorf 11): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).	172
Abb. 65	Profil 7038-214 (Seedorf 14): Laboranalytische Standardwerte.	173
Abb. 66	Seedorf: Holozäne Reliefentwicklung.	176
Abb. 67	Standort Eggfing - Übersicht.	177
Abb. 68	Eggfing: Profilschnitt durch das Löbühgelland.	178
Abb. 69	Profil 7038-509 (Eggfing 9): Laboranalytische Standardwerte.	179
Abb. 70	Profil 7039-110 (Eggfing 10): Laboranalytische Standardwerte.	181
Abb. 71	Profil 7039-110 (Eggfing 10).	181
Abb. 72	Diffraktogramme des Profils 7039-110 (Eggfing 10): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).	183

Abb. 73	Diffraktogramme des Profils 7039-110 (Egglfing 10): Quellungspräparate (Tonfraktion < 2 μ m).	183
Abb. 74	Diffraktogramme des Profils 7039-110 (Egglfing 10): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2 μ m).	184
Abb. 75	Egglfing: Profilschnitt Donau-Hochterrasse.	185
Abb. 76	Profil 7039-101 (Egglfing 1): Laboranalytische Standardwerte.	186
Abb. 77	Profil 7039-101 (Egglfing 1).	187
Abb. 78	Diffraktogramme des Profils 7039-101 (Egglfing 1): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2 μ m).	188
Abb. 79	Diffraktogramme des Profils 7039-101 (Egglfing 1): Quellungspräparate (Tonfraktion < 2 μ m).	188
Abb. 80	Diffraktogramme des Profils 7039-101 (Egglfing 1): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2 μ m).	189
Abb. 81	Profil 7039-102 (Egglfing 2): Laboranalytische Standardwerte.	190
Abb. 82	Standort Egglfing: Korngrößenverteilungen ausgewählter Substrate.	192
Abb. 83	Standort Reisbach - Übersicht.	193
Abb. 84	Aufbau der Sedimente nordnordwestlich der spätbronzezeitlichen Siedlung Reisbach.	194
Abb. 85	Profil 7441-102 (Reisbach 2): Laboranalytische Standardwerte.	196
Abb. 86	Reisbach: Catena Ost.	196
Abb. 87	Profil 7441-103 (Reisbach 3): Laboranalytische Standardwerte.	197
Abb. 88	Profil 7441-103 (Reisbach 3).	198
Abb. 89	Diffraktogramme des Profils 7441-103 (Reisbach 3): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2 μ m).	199
Abb. 90	Diffraktogramme des Profils 7441-103 (Reisbach 3): Quellungspräparate (Tonfraktion < 2 μ m).	199
Abb. 91	Diffraktogramme des Profils 7441-103 (Reisbach 3): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2 μ m).	200
Abb. 92	Catena Reisbach-West.	201
Abb. 93	Profil 7441-110 (Reisbach 10): Laboranalytische Standardwerte.	201
Abb. 94	Reisbach: Hangquerschnitt.	202
Abb. 95	Profil 7441-101 (Reisbach 1): Laboranalytische Standardwerte.	202
Abb. 96	Standort Thalmassing - Übersicht.	205
Abb. 97	Schnitt durch die Böden und Sedimente der villa rustica von Thalmassing.	207
Abb. 98	Profil 7038-101 (Thalmassing 1): Laboranalytische Standardwerte.	207
Abb. 99	Zusammengesetztes Profil (7038-101 (Thalmassing 1) und 7038-105 (Thalmassing 5)).	208
Abb. 100	Profil 7038-105 (Thalmassing 5): Laboranalytische Standardwerte.	209
Abb. 101	Profil 7038-102 (Thalmassing 2): Laboranalytische Standardwerte.	209
Abb. 102	Diffraktogramme des Profils 7038-102 (Thalmassing 2): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2 μ m).	211
Abb. 103	Diffraktogramme des Profils 7038-102 (Thalmassing 2): Quellungspräparate (Tonfraktion < 2 μ m).	211
Abb. 104	Diffraktogramme des Profils 7038-102 (Thalmassing 2): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2 μ m).	212
Abb. 105	Baugrubenaufschluß bei Thalmassing - rezente Kolluvien.	213
Abb. 106	Profil 7038-401 (Lichtinger 1): Laboranalytische Standardwerte.	214
Abb. 107	Querschnitt durch das Pfattertal östlich von Thalmassing.	216
Abb. 108	Profil 7038-301 (Pfatter 1).	217

Abb. 109	Korngrößenverteilungen kolluvialer Sedimente bei Thalmassing.	218
Abb. 110	Granulometrische Gliederung der Auenlehme der Pfatter.	218
Abb. 111	Standort Essenbach-Ammerbreite II - Übersicht.	221
Abb. 112	Profil 7339-102 (Essenbach 2): Laboranalytische Standardwerte.	222
Abb. 113	Profil 7339-105 (Essenbach 5): Laboranalytische Standardwerte.	223
Abb. 114	Profil 7339-105 (Essenbach 5).	224
Abb. 115	Standort Burgweinting-Ost - Übersicht.	225
Abb. 116	Schnitt durch die Böden in einem vorgeschichtlichen Siedlungsareal bei Burgweinting (Donau-Hochterrasse).	226
Abb. 117	Profil 7038-106 (Burgweinting-Ost 1): Laboranalytische Standardwerte.	227
Abb. 118	Profil 7038-113 (Burgweinting-Ost 8): Laboranalytische Standardwerte.	227
Abb. 119	Standort Frauenberg bei Kelheim - Übersicht.	230
Abb. 120	Vereinfachte geologische Übersicht zum Frauenberg. Nach Schmidt-Kaler (1968) und Weber (1978) , umgezeichnet.	232
Abb. 121	Profil 7137-101 (Frauenberg 1): Laboranalytische Standardwerte.	235
Abb. 122	Diffraktogramme des Profils 7137-101 (Frauenberg 1): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).	236
Abb. 123	Diffraktogramme des Profils 7137-101 (Frauenberg 1): Quellungspräparate (Tonfraktion < 2µm).	237
Abb. 124	Diffraktogramme des Profils 7137-101 (Frauenberg 1): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).	237
Abb. 125	Profil 7137-102 (Frauenberg 2): Laboranalytische Standardwerte.	239
Abb. 126	Korngrößenzusammensetzung von Profil 7137-141 (Frauenberg 41).	239
Abb. 127	Profil 7137-141 (Frauenberg 41).	240
Abb. 128	Profil 7137-104 (Frauenberg 4): Laboranalytische Standardwerte.	242
Abb. 129	Profil 7137-104 (Frauenberg 4): Pedogenes Eisen - Anteile der unterschiedlich gebundenen Fraktionen.	242
Abb. 130	Profil 7137-104 (Frauenberg 4): Tiefenverlauf des pedogenen Eisens.	243
Abb. 131	Profil 7137-104 (Frauenberg 4): Relativer Anteil der unterschiedlich gebundenen Fraktionen des pedogenen Eisens.	243
Abb. 132	Diffraktogramme des Profils 7137-104 (Frauenberg 4): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).	244
Abb. 133	Diffraktogramme des Profils 7137-104 (Frauenberg 4): Quellungspräparate (Tonfraktion < 2µm).	244
Abb. 134	Diffraktogramme des Profils 7137-104 (Frauenberg 4): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).	245
Abb. 135	Profil 7137-106 (Frauenberg 6): Laboranalytische Standardwerte.	245
Abb. 136	Kolluviale Verfüllungen am Frauenberg südsüdöstlich des vierten Abschnittswalles (aus: Niller et al. 1997: 87).	247
Abb. 137	Profil 7137-133 (Frauenberg 33): Laboranalytische Standardwerte.	248
Abb. 138	Profil 7137-135 (Frauenberg 35): Laboranalytische Standardwerte.	249
Abb. 139	Profil 7137-135 (Frauenberg 35).	249
Abb. 140	Profil 7137-138 (Frauenberg 38): Laboranalytische Standardwerte.	250
Abb. 141	Profil 7136-108 (Frauenberg 8): Laboranalytische Standardwerte.	253
Abb. 142	Profil 7136-109 (Frauenberg 9): Laboranalytische Standardwerte.	254
Abb. 143	Profil 7136-109 (Frauenberg 9).	254
Abb. 144	Profil 7136-109 (Frauenberg 9): Pedogenes Eisen - Anteile der unterschiedlich gebundenen Fraktionen.	254
Abb. 145	Profil 7136-109 (Frauenberg 9): Tiefenverlauf des pedogenen Eisens.	255

Abb. 146	Profil 7136-109 (Frauenberg 9): Relativer Anteil der unterschiedlichen Fraktionen des pedogenen Eisens.	255
Abb. 147	Profil 7136-301 (Wolfgangswall 1): Laboranalytische Standardwerte.	257
Abb. 148	Profil 7136-301 (Wolfgangswall 1).	257
Abb. 149	Profil 7136-301 (Wolfgangswall 1): Pedogenes Eisen - Anteile der unterschiedlich gebundenen Fraktionen.	257
Abb. 150	Profil 7136-301 (Wolfgangswall 1): Tiefenverlauf des pedogenen Eisens.	258
Abb. 151	Profil 7136-301 (Wolfgangswall 1): Relativer Anteil der unterschiedlichen Fraktionen des pedogenen Eisens.	258
Abb. 152	Korngrößenverteilungen fossiler Bodenreste im Liegenden der Wälle des Frauenberges.	258
Abb. 153	Bodenkarte des südöstlichen Frauenberges.	260
Abb. 154	Profil 7137-114 (Frauenberg 14): Laboranalytische Standardwerte.	261
Abb. 155	Profil 7137-117 (Frauenberg 17): Laboranalytische Standardwerte.	262
Abb. 156	Profil 7137-117 (Frauenberg 17): Mineralogische Zusammensetzung der Fraktion < 2 μm .	262
Abb. 157	Profil 7137-119 (Frauenberg 19): Laboranalytische Standardwerte.	263
Abb. 158	Profil 7137-122 (Frauenberg 22): Laboranalytische Standardwerte.	263
Abb. 159	Diffraktogramme des Profils 7137-122 (Frauenberg 22): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2 μm).	264
Abb. 160	Diffraktogramme des Profils 7137-122 (Frauenberg 22): Quellungspräparate (Tonfraktion < 2 μm).	265
Abb. 161	Diffraktogramme des Profils 7137-122 (Frauenberg 22): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2 μm).	265
Abb. 162	Profil 7136-131 (Frauenberg 31): Laboranalytische Standardwerte.	266
Abb. 163	Profil 7136-139 (Frauenberg 39): Laboranalytische Standardwerte.	267
Abb. 164	Profil 7136-139 (Frauenberg 39).	268
Abb. 165	Profil 7136-139 (Frauenberg 39): Pedogenes Eisen - Anteile der unterschiedlich gebundenen Fraktionen.	268
Abb. 166	Profil 7136-139 (Frauenberg 39): Tiefenverlauf des pedogenen Eisens.	269
Abb. 167	Profil 7137-139 (Frauenberg 39): Relativer Anteil der unterschiedlich gebundenen Fraktionen des pedogenen Eisens.	269
Abb. 168	Schematische Darstellung der Landschaftsgeschichte am östlichen Frauenberg (aus: Niller et al. 1997: 85).	273
Abb. 169	Bogenberg - Lage der geomorphologisch-pedologischen Profile und Catenen (aus: Heine et al. 1997: 445).	274
Abb. 170	Schematische Darstellung der Landschaftsgeschichte am Bogenberg (aus: Heine et al. 1997: 447).	276

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1	Gliederung des Holozäns (zusammengestellt nach Pearson & Stuiver 1993, Stuiver & Pearson 1993 (Zeitskalen), Mangerud et al. 1974 (Chronostratigraphie), Firbas 1949 (Pollenzonen), Lüning 1996, Probst 1996, Rind 1997a (Kulturentwicklung)).	7
Tab. 2	Klimatische Bedingungen für die rezente Bodenerosion in europäischen Lößgebieten (schematisiert, nach Pécsi & Richter 1996).	12
Tab. 3	Klimatische Verhältnisse in der mitteleuropäischen Vorgeschichte.	18
Tab. 4	Schwarzerden und Parabraunerden - Vergleich ihrer Erodierbarkeit.	28
Tab. 5	Übersicht zur ackerbaulichen Entwicklung in den vorgeschichtlichen Epochen (zusammengestellt nach den Angaben verschiedener Autoren, u.a. Ennen & Janssen 1979, Schultz-Klinken 1981, Bunnik 1995, Küster 1995b).	37
Tab. 6	Zusammenstellung ausgewählter Beispiele zur vorgeschichtlichen Bodenerosion in Mitteleuropa mit einem Schwerpunkt auf dem deutschsprachigen Raum.	417
Tab. 7	Zusammenstellung ausgewählter Ergebnisse und Interpretationen zur holozänen fluvialen Morphodynamik Mitteleuropas.	421
Tab. 8	Beispiele für jung- bis mittelholozäne Bodenbildungen in anthropogenen Aufschüttungen, Verfüllungen und kolluvial umgelagerten Sedimenten.	426
Tab. 9	¹⁴ C-Datierungen an organischer Substanz und Holz (Aue der Kleinen Laaber) (I).	108
Tab. 10	¹⁴ C-Datierungen an organischer Substanz (Aue der Kleinen Laaber) (II).	109
Tab. 11	¹⁴ C-Datierungen (AMS) an Holzkohlefaltern (Hangkolluvien).	124
Tab. 12	¹⁴ C-Datierungen (AMS) an Holzkohlefaltern (Kolluviales Sediment im Tal der Kleinen Laaber).	151
Tab. 13	¹⁴ C-Datierungen an Holzkohle (Seedorf).	162
Tab. 14	¹⁴ C-Datierungen an Holzkohlen (Vorratsgrube - Hochterrasse bei Egglfing).	186
Tab. 15	¹⁴ C-Datierung an organischer Substanz (Reisbach).	195
Tab. 16	Zusammenstellung der Radiocarbonatierungen.	429

Verzeichnis der Beilagen

Beilage 1	Legende zu den sedimentologisch-pedologischen Gelände- und Einzelprofilen.
Beilage 2	Die Untersuchungsstandorte in ihrem naturräumlichen Rahmen (Duplikat).
Beilage 3	Gliederung des Holozäns (zusammengestellt nach Pearson & Stuiver 1993, Stuiver & Pearson 1993 (Zeitskalen), Mangerud et al. 1974 (Chronostratigraphie), Firbas 1949 (Pollenzonen), Lüning 1996, Probst 1996, Rind 1997a (Kulturentwicklung)) (Duplikat).

Verzeichnis der Fotos

Foto 1	Blick aus nordnordwestlicher Richtung in das Tal der Kleinen Laaber (vgl. Talquerschnitt, Abb. 11). - Rechts im Hintergrund Sallach.	105
Foto 2	Blick aus östlicher Richtung auf die Hangkolluvien im Aufschluß Seedorf (vgl. Abb. 52) (Aufnahme: T. Nuber).	165
Foto 3	Sedimente im Rinnenbereich des Aufschlusses Seedorf (vgl. Abb. 52) (Aufnahme: T. Nuber).	167
Foto 4	Kolluvien über einer Schwarzerde-Parabraunerde im Hangfußbereich bei Eggfling (Profil 7039-110) (vgl. Abb. 68, Abb. 71) (Aufnahme: T. Nuber).	182
Foto 5	Blick aus westlicher Richtung auf die Hochterrasse der Donau (vgl. Abb. 75) (Aufnahme: T. Nuber).	185
Foto 6	Frauenberg: Äußerster Abschnittswall - Westprofil des zweiten Wallschnittes (Profil 7137-141) (vgl. Abb. 127, Abb. 119, Archäologische Grabungsfläche 9 und Aufschluß A für bodenkundliche Profilaufnahmen).	240
Foto 7	Frauenberg: Dritter Abschnittswall - Blick von innen aus nordwestlicher Richtung (vgl. Abb. 119, Archäologische Grabungsfläche 8 und Aufschluß B für bodenkundliche Profilaufnahmen) (Aufnahme: T. Nuber).	252

Verzeichnis der verwendeten Karten

Topographische Karte 1:25.000 (TK 25)

(hrsg. v. Bayerischen Landesvermessungsamt München)

Blätter Nr.: 7038 Bad Abbach, 7039 Mintraching, 7042 Bogen, 7136 Neustadt an der Donau, 7137 Abensberg, 7139 Aufhausen, 7140 Geiselhöring, 7142 Straßkirchen, 7339 Essenbach u. 7441 Frontenhausen.**Topographische Karte 1:50.000 (TK 50)**

(hrsg. v. Bayerischen Landesvermessungsamt München)

Blätter Nr.: L6938 Regensburg, L7136 Kelheim, L7138 Langquaid u. L7140 Straubing.**Topographische Karte 1:100.000 (TK 100)**

(hrsg. v. Bayerischen Landesvermessungsamt München)

Blätter Nr.: C7134 Kelheim, C7138 Regensburg u. C 7538 Landshut.**Geologische Karte 1:25.000**

(hrsg. v. Bayerischen Geologischen Landesamt München)

Blätter Nr.: 6938 Regensburg, 7037 Kelheim, 7038 Bad Abbach, 7136 Neustadt an der Donau, 7137 Abensberg, 7142 Straßkirchen u. 7439 Landshut Ost.**Geologische Karte 1:50.000**

(hrsg. v. Bayerischen Geologischen Landesamt München)

Blätter Nr.: L7342 Landau an der Isar u. L7538 Landshut.**Geologische Karte 1:200.000**

(hrsg. v. Bayerischen Geologischen Landesamt München)

Blatt Nr.: CC7134 Regensburg.und Geologische Karte des Donautales 1:200.000. Ulm-Regensburg (in: **Homilius et al. 1983**).

xx

Geologische Karte 1:500.000

(hrsg. v. Bayerischen Geologischen Landesamt München)
Geologische Karte von Bayern 1:500.000

Bodenkarte 1:25.000

(hrsg. v. Bayerischen Geologischen Landesamt München)
Blätter Nr.: 6938 Regensburg, 7142 Straßkirchen u. 7439 Landshut Ost.

Bodenübersichtskarte 1:1.000.000

(hrsg. v. d. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe)
Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland.

Ferner: Flurkarten 1:5000 sowie Pläne und Karten der archäologischen Ausgrabungen.

1 Einführung

1.1 Vorüberlegungen und Problemstellung

Mit der Umstellung der mesolithischen Jagd- und Sammelsysteme auf ackerbaulich geprägte Strukturen ab dem Neolithikum verändern sich nicht nur die sozialen und ökonomischen Bedingungen vorgeschichtlicher Gesellschaften. Die neolithische „Revolution“ führt gleichsam zu einem grundlegenden Wandel der Beziehung zwischen dem vorgeschichtlichen Menschen und seiner Umwelt. Die mehr oder minder passiven mesolithischen Verhaltensweisen werden langsam, räumlich und zeitlich differenziert, von aktiven anthropogenen Eingriffen in die Umwelt abgelöst. Der Mensch tritt zunehmend als wichtiger gestaltender und zerstörender Faktor der Umwelt in Erscheinung. Wechselwirkungen, die bei dieser Auseinandersetzung auftreten, beschreibt **Neef (1969)** als „Stoffwechsel zwischen Natur und Gesellschaft“.

Welche Gewichtung den Aktivitäten des ackerbauenden neolithischen Menschen erfahrungsgeschichtlich zukommt, wird deutlich, wenn die damit verbundene Umgestaltung des Landschaftsbildes berücksichtigt wird. „Den wirkungsvollsten, ursprünglich nicht vorhandenen Gegensatz in unseren Landschaften hat die „Rodung“ geschaffen; sie hat [...] Teile des Landes vom Wald entblößt, an dessen Stelle Äcker, Wiesen, Weiden und andere Nutzflächen getreten sind. In Mitteleuropa, [...], ist der Kontrast von Wald und ‚offenem Land‘ jetzt der auffälligste [...] Charakterzug“ (**Schmithüsen 1986: 28**). Für den vorgeschichtlichen Menschen muß „die Fähigkeit zur Unterscheidung zwischen dem allumfassenden Wald und einem vom Menschen bestimmten Raum [...] als zu vollbringende und überhaupt vollbringbare, machbare Leistung erfahren werden“ (**Seeland 1993: 63**)¹.

Die Bedeutung dieses in vorgeschichtlicher Zeit einsetzenden landschaftsgestaltenden „menschlichen Faktors“ wird in der Geomorphologie, anderen Bio- und Geowissenschaften sowie den Geschichtswissenschaften immer mehr erkannt und untersucht. Dabei ist die Veränderung und Gestaltung der Landschaft durch den wirtschaftenden Menschen im Sinne einer quasinatürlichen Reliefformung (**Mortensen 1954/55: 625**) in der geomorphologischen Forschung als Untersuchungsobjekt von zunehmender Bedeutung.

„Landschaft“ als zentraler Untersuchungsgegenstand der Geographie ist im Laufe der Wissenschaftsgeschichte immer wieder neu definiert worden. Nach **Passarge (1933: 1)** umfaßt die Landschaft „[...] vor allem das auf der Erdoberfläche sinnlich Wahrnehmbare, soweit es mit dem Raum eng verbunden ist.“ **Schmithüsen (1976: XI)** formuliert: „[...] als Landschaften begreifen wir, [...], den Gesamtcharakter geosphärischer Wirkungssysteme, d.h. deren Struktur und Dynamik als synergetische Qualitäten“ (vgl. auch die ausführlichen, teilweise kritischen Diskussionen zum Landschaftsbegriff bei **Neef 1967, Hard 1973, Leser 1991**). **Hase (1992)** bezeichnet Landschaft als räumliche Abbildung eines beliebig abgrenzbaren Wirkungsgefüges aus abiotischen, biotischen und anthropogenen Bestandteilen. Angelehnt an diese Definitionen wird in dieser Arbeit der Charakter vorgeschichtlicher Landschaft als Prozeß, als räumliches Wirkungssystem betont, wobei System als Gruppe von Objekten oder Teilen, die in einem geordneten Satz von Beziehungen stehen, definiert wird (**Haggett 1991**).

Die Wirkung des Menschen als zentraler Faktor im ansonsten natürlichen geomorphologischen System entwickelt sich dabei zu einem der Kernbereiche der Geomorphologie (**Ahnert 1996: 394**). Die quasinatürliche, anthropogen induzierte Reliefformung weist allgemeine Grundzüge auf (**Semmel 1996a: 31**). Bei der Gestaltung dieser Grundzüge nimmt die Bodenerosion eine zentrale Rolle ein. Als Teilaspekt der weiter gefaßten Bodenzerstörung (vgl. **Rathjens 1979: 67, Heine 1994: 65**) bzw. Bodendegradation (**Hebel 1995: 686**) ist Bodenerosion darüber hinaus vor allem in weniger entwickelten Ländern zu einem aktuellen, die ökonomischen und

¹Zum dadurch entstehenden „Konfliktpotential“ im Umgang des prähistorischen Menschen mit seiner Umwelt vgl. **Roberts (1996)**.

ökologischen Grundlagen dieser Gesellschaften bedrohenden Prozeß geworden (Pimentel et al. 1995).

„Bodenerosion“ wird in der vorliegenden Arbeit nach Richter (1965: 2 bzw. 1976: 6, in Anlehnung an Schultze 1952: 4-5) definiert. Demnach werden unter Bodenerosion (Bodenabtragung) „all jene Erscheinungen der Abtragung (Denudation, Erosion) und Akkumulation verstanden, die den Haushalt der Landschaft über² ein naturgegebenes Maß hinaus verändern. Sie werden vom Menschen ausgelöst und meist durch Wasser oder Wind bewirkt (Abspülung und Auswehung).“

Etwas erweitert und modifiziert definiert Bork (1988) Bodenerosion. Er versteht „unter Bodenerosion die durch Eingriffe des Menschen ermöglichten und durch erosive Niederschläge oder den Wind ausgelösten Prozesse der Ablösung, des Transportes und der Ablagerung von Bodenpartikeln - losgelöst von der Problematik der rein natürlichen Abtragung ohne anthropogenen Einfluß“ (Bork 1988: 2). In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach dem „naturgegebenem Maß“. Thiemeyer (1988: 14) bemerkt dazu: „Da ein Abtrag unter Wald, der potentiellen natürlichen Vegetationsform, nicht stattfindet, ist ein naturgegebenes Maß nicht existent“. Er versteht hier unter Abtrag Bodenerosion im oben genannten Sinn. Andere, auch unter Wald mögliche Formen der Abtragung durch Windwurf, Hangrutschungen oder darüber hinaus durch Lösungsverwitterung werden nicht angesprochen.

Bork (1988: 46) stellt die Möglichkeit der Bodenerosion unter Wald in unmittelbarem Zusammenhang mit Eingriffen des Menschen und verweist auf die rezente Weiterentwicklung von Kerben durch Seitenerosion in bewaldeten Einzugsgebieten, die erst durch historische Bodenerosion im Ackerland ermöglicht wird. Allerdings weisen Imeson et al. (1980: 41) darauf hin, daß es von großer Bedeutung ist, (Boden-) erosionsprozesse unter Wald im Kontext mit dem gesamten Waldökosystem zu betrachten: „Since man has influenced most, if not all, forests in many subtle ways there will always be uncertainty in assuming that contemporary processes have operated similarly in former forest environments.“ Jülich (1995: 73) gesteht in diesem Zusammenhang der Zusammensetzung der Wälder bzw. der Forste eine modifizierende Bedeutung zu. So bietet die Fichte, die im Großteil aller zu betrachtenden Fälle nicht als naturgegeben bezeichnet werden darf, keinen bedeutenden, sondern „nur einen hinreichenden Erosionsschutz, der insbesondere bei Starkregenereignissen schnell abnimmt.“ Unabhängig von außergewöhnlichen hygrischen Ereignissen beschreibt Göbel (1977: 395) auf bewaldeten Hängen im Taunus immerhin meßbare Verlagerungen der obersten Bodenhorizonte (jährliche Bewegungsraten von 2 bis 3mm; bezogen auf die obersten 10cm des Bodenprofils), wobei Imeson (1976: 124) zusätzlich auf die Bedeutung einer biogenen hangabwärtsgerichteten Umlagerung in Waldgebieten hinweist.

Verständlicherweise steht die Erforschung rezenter Bodenerosion im Mittelpunkt geomorphologischer und bodenkundlicher Arbeiten. Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Bodenerosion findet in vielfältiger Weise statt; sie umfaßt sowohl verfeinerte Feldforschungsmethoden als auch Laborexperimente (vgl. Leser 1983). Dabei überwiegt das messende, quantitative Erfassen der Prozesse, der Bezug zur Reliefveränderung fehlt oftmals (Semmel 1996a: 31), bei diesen Prämissen „gerät [...] der erdgeschichtliche Ansatz - einschließlich des kulturlandschaftsgeschichtlichen - aus dem Blickfeld der Forschung“ (Leser 1983: 215).

In weiten Teilen der mitteleuropäischen Landschaft, insbesondere den Lößgebieten als Alt-siedellandschaften des prähistorischen Menschen mit Zeugnissen für den ältesten Ackerbau seit dem Neolithikum (in Mitteleuropa seit rund 7500 Jahren (vgl. Tab. 1) (Lüning 1995: 7)), ist Bodenerosion bereits für vorgeschichtliche Zeitabschnitte eindeutig belegt (u.a. Bork 1983, Frenzel 1992a (ed.), Biel 1995a (ed.), Semmel 1995). Diese Feststellung bedeutet aber gleichzeitig, daß die heutige mitteleuropäische Kulturlandschaft gerade in den Lößgebieten nicht ohne die vor- und frühgeschichtliche und die folgende, sicherlich noch bedeutendere und weitreichendere historische erosive und akkumulative Umgestaltung der Landoberfläche und des oberflächennahen Untergrundes durch den Menschen genetisch zu deuten und ökologisch zu bewerten ist. Wenngleich nicht in dem Ausmaße wie im Mittelmeerraum, der „klassischen

² Unterstreichung ergänzt.

Landschaft der Bodenzerstörung“ (Heine 1994: 69), hat Bodenerosion auch in den mitteleuropäischen Lößgebieten eine (prä-)„historische Dimension“ (vgl. Heine 1994: 69). Dabei gehören - in der vorgeschichtlichen Vergangenheit mehr noch als in der Gegenwart - „Löß und Bodenerosion zusammen“ (Pécsi & Richter 1996: 267). Die hohe Abtragungsleistung im Löß beruht auf verschiedenen Ursachen: einerseits den natürlichen Ausgangsbedingungen (klimatische Gegebenheiten, geoökologische Milieubedingungen der Lößgebiete und bodenphysikalische Eigenschaften der Löss) sowie andererseits der angesprochenen, bereits seit mehr als 7000 Jahren anhaltenden Beanspruchung durch den Menschen aufgrund der hohen Bodenfruchtbarkeit der Lössen und ihrer Eignung für eine intensive landwirtschaftliche Nutzung (Pécsi & Richter 1996: 267).

Bei der Untersuchung der anthropogenen Ursachen und Faktoren mittel- bis jungholozäner Reliefformung darf zusätzlich *nicht* von einer Konstanz der klimatischen Bedingungen ausgegangen werden (u.a. Bouzek 1982, Jäger 1982, Bork 1988). Die Frage nach den Auswirkungen vorgeschichtlicher anthropogener Tätigkeiten ist immer im Rahmen dieser Mensch-Umwelt-Wechselwirkungen zu betrachten. Ebenso bedeutend für die Bewertung des menschlichen Faktors auf die Landschaftsentwicklung ist darüber hinaus die genaue Untersuchung der physisch-geographischen Raumausstattung als Bedingung für vorgeschichtliche Besiedlungsvorgänge. Exemplarisch wird dies von Sabel (1982, 1983) für die Wetterau, von Brunnacker & Kossack (1958) für Bereiche des niederbayerischen Tertiärhügellandes sowie von Böhm & Schmotz (1979) für Teile des Donautales beschrieben. Die Untersuchungsobjekte im Kontext der Fragestellung „vorgeschichtliche Bodenerosion“ sind Kolluvien und Auenlehme als korrelierte Sedimente der Abtragung. Hangfußlagen, Depressionen unterschiedlicher Art, Dellen und Talauen werden von Lozek (1976: 45) als wichtige Sedimentationsräume beschrieben. Diese Landschaftselemente können auch - in unterschiedlichem Maße - Aufschlüsse zur mittel- bis jungholozänen Reliefentwicklung geben.

Kolluvien sind die *unmittelbaren* korrelierten Sedimente der Bodenerosion, die in einer direkten Beziehung zu Siedlungen und Ackerflächen stehen. Allerdings sind Kolluvien als Archive für die Paläoumwelt lückenhaft und schwierig zu deuten, ebenso können sie nur lokal begrenzte Erosionsvorgänge belegen (vgl. Litt 1986: 6). Damit sind sie lediglich in einem engen Zusammenhang mit den jeweiligen punktuellen vor- und frühgeschichtlichen Nutzungsverhältnissen interpretierbar. Untersuchungen an Kolluvien setzen jedoch dort an, wo die Auswirkungen anthropogener Eingriffe in die Naturlandschaft oder in eine bereits veränderte Kulturlandschaft *direkt* und ohne Verzögerung spürbar und rekonstruierbar sind. Mit der Untersuchung kleinräumiger, kolluvial geprägter Einzugsgebiete sind folglich lokale Befunde zu erwarten; raumzeitlich stark differenzierte Ergebnisse für einzelne Standorte sind wahrscheinlich. Kolluvien besitzen demzufolge eine beschränkte räumliche Aussage, sie werden räumlich differenziert abgelagert; am besten ist der Prozeß ihrer Sedimentation in einem Kaskadensystem mit Auffüllung der jeweils nächstgelegenen Senken erklärbar (vgl. Chorley et al. 1984: 50ff). Darüber hinaus sind Kolluvien einer möglichen Intensitätsauslese im Sinne von Rohdenburg (1990) ausgesetzt: jüngere Prozesse können die Spuren älterer Umlagerungen verwischen und zerstören.

Interdisziplinäre Forschungsansätze erscheinen schon deshalb unabdingbar, um die standortabhängigen Rahmenbedingungen rekonstruieren zu können. Die zeitliche Einordnung der Umlagerungsprozesse kann jedoch selbst mit Hilfe archäologischer Datierungen (Artefakte, Keramik, etc.) nicht immer eindeutig erbracht werden. Beim Rückgriff auf archäologische Datierungshilfen in kolluvial verlagerten Sedimenten ist immer mit Unschärfen und Fehlern zu rechnen (Litt 1986: 84). Hier müssen Methoden der absoluten Altersdatierung mit eingesetzt werden (v.a. ^{14}C , IRSL). Parallelisierungen der Abtragungerscheinungen zwischen einzelnen Untersuchungsstandorten sind damit konsequenterweise fast immer abhängig von den vorhandenen Absolut-Datierungen. Trotz dieser Einschränkungen ist es vorwiegend dort möglich,

4 1 Einführung

„chronologische“ Aussagen zur Bodenerosion treffen zu können, wo Abtragungsprozesse mit archäologischen Befunden in Beziehung gesetzt werden können. Dieser interdisziplinäre Ansatz wird in der vorliegenden Arbeit verfolgt. Dadurch erhöht sich einerseits die Möglichkeit der zeitlichen Erfassung von Umlagerungsprozessen und den damit verbundenen anthropogenen Eingriffen in die Landschaft. Andererseits ist durch die mit diesem Ansatz verknüpfte Arbeitsweise eine gewisse Selektivität der Aussagen zu erwarten, da die Auswahl der Standorte nicht als repräsentativ für einen größeren Landschaftsraum betrachtet werden kann.

Trotz der genannten Vorbehalte ist es immer wieder gelungen, für verschiedene mitteleuropäische Altsiedellandschaften Phasen mittel- bis jungholozäner Bodenerosion und Bodenbildung - Aktivitäts- und Stabilitätsphasen im Sinne von **Rohdenburg (1970, 1990)** - zu belegen (u.a. **Scheffer & Meyer 1964** (Leinetal), **Bork 1983** (Harzvorland), **Litt 1986, 1988** (circumhercyner Raum), **Vogt 1995** (Bodenseeraum)).

Im Gegensatz zu Kolluvien liefern *Auenlehme*, wenn sie als den Kolluvien entsprechende Bildungen betrachtet werden, Belege für Umlagerungsprozesse *innerhalb eines Flußeinzugsgebietes*. Dabei sind die Steuerungsfaktoren für eine erhöhte Hochflutsedimentation bzw. die Gewichtung anthropogener und natürlicher (klimatischer) Einflüsse umstritten (vgl. Diskussion bei **Hilgart 1995: 44-50**).

Hilgart (1995: 224) nimmt für Donau und Altmühl an, daß „der Mensch mit zunehmender Rodungstätigkeit im Jüngeren Holozän an Einfluß gewann und spätestens³ mit den großflächigen Entwaldungen der Einzugsgebiete von Donau und Altmühl im mittleren und jüngeren Subatlantikum zum dominierenden Steuerungsfaktor der Flußmorphodynamik wurde, hinter dem die anderen Steuerungsfaktoren zurücktraten.“

Dabei sind Nebenflüsse in ein komplexes Prozeßresponssystem (vgl. **Ahnert 1996: 29**) eingebunden, das sowohl durch Vorgänge im Einzugsgebiet als auch durch Veränderungen im Vorfluter gesteuert und beeinflusst wird. Die Absolutdatierung der Talauensedimente, gerade dann, wenn diese durch geringe Anteile an organischer Substanz gekennzeichnet sind, bereitet allerdings noch große methodische Schwierigkeiten für Lumineszenzdatierungen (**Lang 1996a: 102**).

Generell bestehen Probleme bei der Datierung organogener Sedimente im Auenbereich, wenn nicht sicher ausgeschlossen werden kann, daß eine spätere, erneute Umlagerung dieser Sedimente stattgefunden hat.

Die Talauensedimente der Nebenflüsse, deren Aufbau sowie deren zeitliche Stellung können dabei im Untersuchungsgebiet mit den Ergebnissen zur holozänen fluvialen Geomorphodynamik von Donau und Altmühl (**Buch 1988a, Hilgart 1995**) in Beziehung gebracht werden. Nur mit der Verknüpfung dieser offenen Systeme (**Chorley & Kennedy 1971**) unterschiedlicher hierarchischer Ordnungen (hier: Kuppe - Hang - Hangfuß - Nebental - Haupttal) ist es möglich, die anthropogenen Einflüsse auf die mittel- bis jungholozäne Landschaftsgenese zu erfassen. Dabei spielt die Aufnahme der Talauensedimente beim Versuch der Abgrenzung anthropogener und klimatischer Faktoren hinsichtlich der Steuerung der holozänen Landschaftsentwicklung eine bedeutende Rolle.

van Andel et al. (1990: 380) führen bei Untersuchungen zur vor- und frühgeschichtlichen Bodenerosion in Griechenland an, daß eine starke raum-zeitliche Differenzierung bei der Ablagerung kolluvialer und vor allem alluvialer Sedimente vermuten läßt, daß andere Faktoren als klimatische angenommen werden müssen, „which (das Klima als Faktor der Steuerung) is likely to have more uniform regional effect“. Aber auch eine eher uniforme Ausprägung alluvialer Sedimente erlaubt noch keine eindeutige Zuordnung zu klimatischen Steuerungsfaktoren, solange nicht die jeweilige anthropogene Nutzung der verglichenen Einzugsgebiete genau bekannt ist. Eher sinnvoll mag vor diesem Hintergrund der Ansatz erscheinen, Flüsse und deren Talauen-

³ Unterstreichung ergänzt.

sedimente miteinander zu vergleichen, die nachweislich einer unterschiedlichen anthropogenen Nutzungsgeschichte unterlagen.

Bodenerosion führt zur Umverteilung von Solummaterial. Böden, die sich seit dem ausgehenden Spätglazial entwickeln konnten, werden dadurch teilweise völlig erodiert und verkürzt. Die ökologischen Auswirkungen der Bodenerosion sind aber nur dann längerfristig bewertbar, wenn dazu gleichzeitig die Rate der holozänen Bodenbildung in Beziehung gesetzt werden kann.

Aus diesem Grund werden über die Betrachtung der Kolluvien und Auenlehme hinaus Aussagen zur Pedogenese bzw. deren Intensität in verschiedenen Abschnitten des Holozäns gemacht. Belege für Bodenbildungsprozesse finden sich in anthropogen veränderten Materialien (u.a. Müller 1970, Beckmann et al. 1978, Bork & Rohdenburg 1979, Bolt et al. 1980, Eheim & Völkel 1994), sei es in Aufschüttungen, wie Wällen, oder auch in kolluvial verlagerten Substraten. Außerdem läßt sich die relative Entwicklungsintensität an fossilen, holozänen Böden (u.a. Radtke & Schellmann 1993, Eheim & Völkel 1994) oder in unterschiedlich alten Hochflutsedimenten (Stephan 1993) nachweisen. Voraussetzung für diesen pedogenetischen Ansatz ist neben grundsätzlichen methodischen Überlegungen (Rohdenburg & Meyer 1968, Keeley 1982, Gebhardt 1993) die Existenz begrabener Böden. Entsprechende fossile Böden können unter archäologischen Laufhorizonten, Wallschüttungen oder Kolluvien angetroffen werden.

1.2 Zielsetzung

In dieser Studie wird versucht, die vorgeschichtlichen anthropogenen Eingriffe im Lößgebiet südlich von Regensburg zu beschreiben, deren Einfluß auf die Boden- und Landschaftsentwicklung zu erfassen und sie gegenüber natürlichen klimatischen Einflußfaktoren abzugrenzen. Der zeitliche Rahmen für die Untersuchungen umfaßt im wesentlichen den Zeitrahmen von 6000 - 2000 BP (^{14}C)⁴. Aufgrund der aktuellen archäologischen Arbeiten im Untersuchungsgebiet liegt dabei ein zeitlicher Schwerpunkt in der Bronze- und Urnenfelderzeit (ca. 2300 - 750 BC (cal)). Über die sedimentologisch-pedologische Bearbeitung der Böden und Sedimente im Umkreis archäologischer Siedlungsplätze ist die lokale raum-zeitliche Reliefentwicklung zu erfassen. Dabei wird mit Hilfe der bodengeographischen-geomorphologischen Arbeitsmethodik zuerst der Ist-Zustand der Landschaft dargestellt.

Bedingt durch die im Untersuchungsgebiet oftmals stark wechselnden Mächtigkeiten von Lössen und Lößderivaten erscheint eine Quantifizierung dieser Umlagerungsvorgänge über die Erfassung der Verkürzung der Bodenprofile nur in Ansätzen durchführbar. Formen, die durch die anthropogen bedingten Eingriffe in die Landschaft entstanden sind, ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Diese quasinatürliche Reliefentwicklung verwandelt ursprünglich einheitliche Bodengesellschaften in eine Landschaft mit einem räumlich differenzierten Muster an Böden und schafft entsprechende geomorphologischen Formen.

Beispiele für quasinatürlichen Dauerformen in mitteleuropäischen Lößlandschaften geben u.a. Hempel (1957), Richter (1965), Richter & Sperling (1967), Bork (1983), Thiemeyer (1988).

⁴ Zur Angabe der verschiedenen Altersskalen (Umrechnungen bzw. Kalibration nach Stuiver & Pearson 1993 sowie Pearson & Stuiver 1993):

BP (^{14}C) (nicht kalibrierte Skala, ^{14}C -Jahre),

bc/ad (nicht kalibriert),

BC/AD (cal) (kalibrierte Skala),

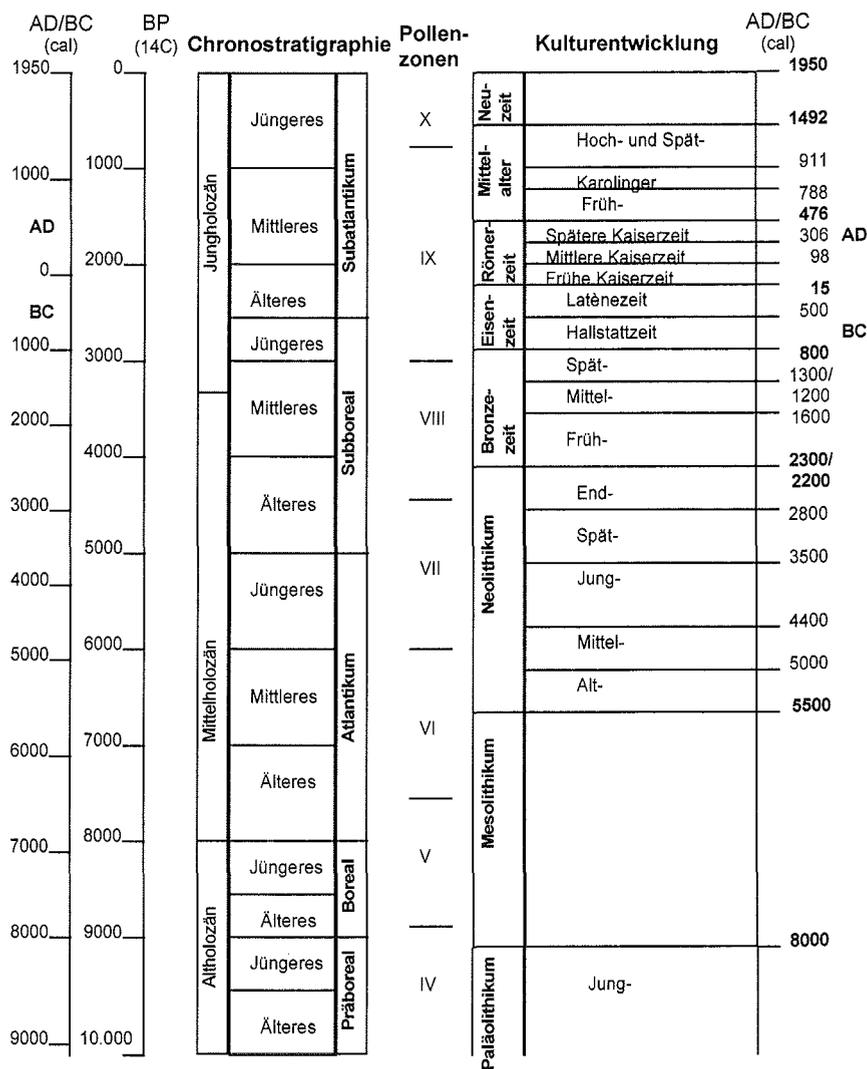
BP (cal) (kalibrierte Skala, 0 BP = 1950 AD).

So weit möglich werden nur BP (^{14}C)-Angaben gemacht, allerdings ist es gerade bei archäologischen Fragestellungen oftmals unumgänglich BC/AD (cal)-Alter anzugeben. Die Angaben erfolgen jeweils in Jahren (a).

Aus dem Vergleich verschiedener Standorte ist abzuleiten, ob sich im Lößgebiet bei Regensburg eine allgemein gültige, über die einzelnen Standorte hinausgreifende, chronologische Einordnung der Bodenerosion erzielen läßt, oder - was als wahrscheinlicher angenommen wird - ob aus der Bearbeitung von Kolluvien nur lokale, auf den jeweiligen Standort bezogene, raumzeitlich nicht übertragbare Kenntnisse gewonnen werden können. Darüber hinaus soll die Bearbeitung von Talauensedimenten einen Überblick über die Prozesse in einem größeren Einzugsgebiet geben (Kleine Laaber). Die Untersuchungen sowohl an Kolluvien als auch an Auen-sedimenten dienen ebenso dazu, Aussagen zu lokalen, auch formenverändernden Vorgängen zu treffen sowie regionale (d.h. innerhalb von Flusseinzugsgebieten) Erscheinungen zu bewerten. Zusätzliche pedogenetische Untersuchungen geben Aufschluß zur Bodenbildungsintensität im Holozän, werden mit den Befunden zur Bodenerosion verknüpft und in bezug auf eine mögliche „tolerierbare Bodenerosion“ (vgl. Semmel 1996b, ed.: 71) geprüft.

Vor dem Hintergrund dieser grundsätzlichen Überlegungen werden folgende Hypothesen bzw. Fragestellungen formuliert:

- Aufgrund seiner archäologischen Stellung als Altsiedellandschaft sind im Lößgebiet südlich von Regensburg intensive vorgeschichtliche, anthropogen induzierte Landschaftsveränderungen zu erwarten, die sich mit Hilfe der Kolluvien als den korrelierten Sedimenten der Bodenerosion rekonstruieren lassen.
- Kolluvien als unmittelbare Zeugen für Bodenerosionserscheinungen sehr kleinräumiger, z.T. nur wenige km² umfassende, Einzugsgebiete erlauben genaue, aber ausschließlich lokal begrenzte Aussagen zur mittel- bis jungholozänen Landschaftsentwicklung.
- Durch die Verknüpfung der Befunde einzelner Standorte wird die Aufstellung eines raumzeitlichen Schemas prähistorischer Bodenerosion möglich. Allerdings ist zu erwarten, daß eventuelle Korrelierungen, bedingt durch Datierungsprobleme mit Hilfe archäologischer Funde, nur durch Absolutdatierungen erfaßbar sind.
- Die Vorbedingung, im Umfeld vorgeschichtlicher Siedlungs- und Ackerflächen bodenkundlich-sedimentologische Untersuchungen durchzuführen, beinhaltet das Problem einer Auswahl „vorbelasteter“ Untersuchungsstandorte, da aufgrund der jeweiligen archäologischen Situation ein hohes Maß anthropogen verursachter Prozesse erwartet werden muß. Diese Untersuchungsergebnisse können damit keine repräsentativen Ergebnisse für einen größeren Untersuchungsraum liefern; dies ist nur möglich, wenn anthropogen unterschiedlich genutzte Reliefeinheiten miteinander verglichen werden.
- Durch die Einbeziehung von Flußauen des Lößhügellandes können Aussagen für größere Landschaftseinheiten erzielt werden. Aufgrund der zahlreichen Befunde zur holozänen fluvialen Geomorphodynamik mitteleuropäischer Flüsse ist es wahrscheinlich, daß natürliche Signale aufgrund der Dominanz anthropogener Faktoren seit dem Neolithikum nicht auszugliedern sind, gleichzeitig aber durch die Untersuchung von Auenlehmen das Ausmaß anthropogener Eingriffe bilanziert werden kann.
- Inwieweit kann die Pedogenese Hinweise zur relativen zeitlichen Einordnung der Kolluvien und Annäherungen an Bodenbildungsraten geben? Kann damit die Frage der „tolerierbaren Bodenerosion“ beantwortet werden?
- Das Untersuchungsgebiet war bereits seit der „neolithischen Revolution“ einer starken anthropogenen Überprägung „ausgeliefert“, die sich mit zunehmender Nutzung in den folgenden Kulturstufen verstärkte. Gibt es Möglichkeiten, die siedlungsarchäologischen und geomorphologischen Befunde im Lößgebiet bei Regensburg zu einer Synthese bezüglich des menschlichen Einflusses auf die holozäne Landschaftsentwicklung zusammenzufügen?



Tab. 1: Gliederung des Holozäns⁵ (zusammengestellt nach Pearson & Stuiver 1993, Stuiver & Pearson 1993 (Zeitskalen), Mangerud et al. 1974 (Chronostratigraphie), Firbas 1949 (Pollenzonen), Lüning 1996, Probst 1996 und Rind 1997a (Kulturentwicklung; dabei entspricht die Spätbronzezeit der Urnenfelderzeit)). Im Text beziehen sich die chronostratigraphischen Zonen und ihre Abgrenzung nach ¹⁴C-Altern ausschließlich auf die Angaben in dieser Tabelle.

⁵ Duplikat als Beilage 3.

1.3 Aufbau der Arbeit

Am Anfang der vorliegenden Arbeit stehen methodische Überlegungen zu den Faktoren und dem Wirkungsgefüge vorgeschichtlicher Bodenerosion, an die sich ein Überblick des gegenwärtigen Forschungsstandes zur vorgeschichtlichen Bodenerosion im deutschsprachigen Raum anschließt. Hier werden sowohl bodenkundlich-sedimentologische Forschungsergebnisse vorgestellt als auch Befunde der Vor- und Frühgeschichte. Zusätzlich werden die bisher vorliegenden Beobachtungen zur Frage der Gewichtung anthropogener bzw. natürlicher Prozesse bei der mittel- bis jungholozänen Reliefentwicklung skizziert (Kap. 2). In Kap. 3 erfolgt eine kurze Beschreibung des Untersuchungsgebietes; die naturräumliche Ausstattung des Raumes für die anthropogene Nutzung wird erläutert. Ergänzend werden die archäologischen Befunde zur vor- und frühgeschichtlichen Siedlungsentwicklung im Lößgebiet bei Regensburg angeführt. Der methodische Teil (Kap. 4) beschreibt die Kriterien für die Auswahl der Untersuchungsstandorte sowie die Gelände-, Labor- und Auswertungsmethoden. Im Hauptteil der Arbeit (Kap. 5) werden die Ergebnisse vorgestellt. Dies geschieht nach einem übergreifenden, allgemeinen Gliederungsschema (Lage des Standortes, Begründung der Standortwahl, bereits vorliegende geowissenschaftliche und archäologische Befunde, Gelände- und Laborergebnisse, zusammenfassende Darstellung der Reliefentwicklung mit Interpretation des jeweiligen Standortes). Die zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse erfolgt in Kap. 6: Es wird geprüft, ob mit dem geomorphologisch-pedologische Arbeitsansatz und den gewählten Paläoarchiven die Ausgangshypothesen und -fragestellungen beantwortet werden können. Ebenso werden die eigenen Ergebnisse in Beziehung gesetzt zu den in Kap. 2 vorgestellten Befunden aus anderen Regionen in Deutschland. Kap. 7 schließlich faßt die Ergebnisse dieser Arbeit kurz zusammen.

2 Vorgeschichtliche Bodenerosion⁶ in Deutschland - Stand der Forschung

2.1 Vorüberlegungen zu den Faktoren vorgeschichtlicher Bodenerosion und den Möglichkeiten ihrer Rekonstruktion

Die Rekonstruktion vor- und frühgeschichtlicher Bodenerosion ist in engem Zusammenhang mit den Erkenntnissen der vor- und frühgeschichtlichen Forschungen zur Siedlungsarchäologie zu betrachten. Das archäologische Wissen um Siedlungsverteilung und -entwicklung, das Ausmaß und die Art der agrarischen Nutzung, die Analyse der Erodierbarkeit der Böden sind dabei von ebenso entscheidender Bedeutung für die Fragestellung wie die Kenntnis der holozänen Klimaentwicklung. Dies führt letztlich dazu, daß Untersuchungen zur prähistorischen Bodenerosion nur mit Hilfe eines geoarchäologischen Forschungsansatzes durchgeführt werden können. Dadurch wird eine ökologische Betrachtungsweise (vgl. **Pfister 1988**) angestrebt: natürliche Komponenten wie Klima, Geomorphologie und Böden sowie anthropogene Faktoren der Landschaftsentwicklung und -veränderung wie Nutzungssysteme, Siedlungsverteilung und Bevölkerungsdynamik sind miteinander zu verknüpfen.

Gladfeldter (1977: 521) versucht den geomorphologischen Kontext archäologischen Materials zu erfassen und die gegenseitigen Ergänzungen zu erläutern. Er beschreibt diesen geoarchäologischen Forschungsansatz wie folgt: "Clearly, the approach must be cooperative with collaboration at all levels of investigation - in the conception, execution, and interpretation of a research program" (**Gladfeldter 1977: 534**). **Renfrew (1983)** und **Thornes (1983)** erläutern die Möglichkeiten, die in der Zusammenarbeit von Archäologie und Geographie/Geomorphologie zur Rekonstruktion von Paläoumweltbedingungen bestehen. **Thornes (1983: 331-332)** nennt abschließend drei Gebiete, denen in diesem Zusammenhang hinreichende Beachtung zu schenken sei: 1: "The edaphic and climatic factors which control biotic characteristics of direct relevance to geomorphological processes and archaeological activity." 2: "The indirect effects of vegetation transformations." Und 3: "The direct effects of channel and hillslope modification." **Butzer (1971)** betitelt das erste Kapitel des Einführungsteiles seines Buches "Environment and Archaeology" mit "Prehistoric Environment, Geography and Ecology" und beschreibt darin die wissenschaftsgeschichtliche Entwicklung interdisziplinärer Arbeit. **Lüning (1995: 8)** führt an, daß befriedigende Ergebnisse zur Kenntnis über langfristige Interaktionsprozesse und Mechanismen des Kultur- und Landschaftswandels nur „im höchsten Grade interdisziplinär“ erarbeitet werden können. Er weist in diesem Zusammenhang gleichzeitig auf die großen Probleme hin, demographische Fragen der Vergangenheit präzise zu lösen.

Im deutschen Sprachraum gibt es meines Wissens bislang - neben kürzer gefaßten Zusammenfassungen - keine umfassende Darstellung zum Ausmaß und zur genauen zeitlichen Differenzierung vorgeschichtlicher Bodenerosion.

Lozek (1976) faßt kurz die Kenntnisse zur holozänen Bodenerosion in mitteleuropäischen Altsiedellandschaften (Lößgebieten) zusammen. Er bezeichnet Bodenerosion als eine der „kennzeichnenden geologischen Erscheinungen des Holozäns“ (**Lozek 1976: 53**) und differenziert mehrere unterschiedlich starke Bodenerosionsphasen. Ebenfalls findet sich bei **Jäger & Lozek (1978a: 146)** eine kleinere Zusammenstellung zu „naturräumlichen Folgewirkungen landwirtschaftlicher Flächennutzungen der Ur- und Frühgeschichte.“ Zusammenfassungen, die ihren Schwerpunkt vorwiegend auf der historischen Bodenerosion haben, in die aber auch vorgeschichtliche Ereignisse eingearbeitet wurden, liegen u.a. von **Butzer (1974)**, **Blaikie & Brookfield (1987)**, **Bork (1988)** und **Pécsi & Richter (1996)** vor.

Die entsprechenden Ergebnisse, teilweise aus der Analyse unterschiedlicher Paläo-Umwelt-Archive (Kolluvien, Auenlehme) gewonnen, ergeben kein einheitliches Bild hinsichtlich des Ausmaßes vorgeschichtlicher Umweltveränderungen durch Bodenerosion. Bevor im folgenden die wichtigsten Ergebnisse im deutschsprachigen Raum zusammengestellt und diskutiert wer-

⁶ Grundsätzlich wird im folgenden unter Bodenerosion die Bodenerosion durch Wasser verstanden; wo nötig wird auf Winderosion eingegangen.

10 2 Vorgeschichtliche Bodenerosion - Stand der Forschung

den, sind zuvor die Faktoren, die die Bodenerosion beeinflussen, zu nennen. Streng genommen ist zur genauen Rekonstruktion vorgeschichtlicher Bodenerosion die Kenntnis des ehemals herrschenden Prozeßgefüges (das Zusammenwirken aller die Bodenerosion beeinflussenden Faktoren) notwendig. Das vorgeschichtliche Prozeßgefüge der Bodenerosion ist jedoch in weiten Teilen kaum erforscht und überdies nur annäherungsweise erfaßbar, da die einzelnen Faktoren schwer rekonstruierbar sind. Dies bedeutet, daß neben empirisch ermittelten Daten auch theoretische Annahmen in die Darstellung der vorgeschichtlichen Bodenerosion einfließen müssen.

Aus Großbritannien liegen erste Versuche vor, das vorgeschichtliche Bodenerosionsgeschehen mit Hilfe eines Erosionsmodells (EPIC) zu simulieren und zu quantifizieren (Favies-Mortlock et al. 1997). EPIC bedeutet Erosion-Productivity Impact Calculator; dieses - ursprünglich für Auswirkungen der Bodenerosion auf die Pflanzenproduktivität konzipierte (vgl. Klaghofer 1990) - Modell versucht, auf Grundlage paläoklimatischer Daten, Befunden zu den Landnutzungsverhältnissen und Annahmen zur Bodenentwicklung, zu einer quantitativen Bewertung vorgeschichtlicher und rezenter Bodenerosion zu gelangen. Als Einschränkungen aufgrund mangelnder Datengrundlage, unabhängig von der Qualität des Erosionsmodells selbst, werden von den Autoren angegeben: fehlende detaillierte Paläoklimadaten (insbesondere hygrische Daten), eingeschränktes Wissen zu vorgeschichtlichen Anbausorten und zur Dauer des Ackerbaus pro Parzelle (Favies-Mortlock et al. 1997: 86, 88). Sowohl klimatische als auch anthropogene Faktoren werden in diesem Modell verarbeitet. Schließlich erbringt die Anwendung dieses Erosionsmodells zur Rekonstruktion vorgeschichtlicher Bodenerosion als Ergebnis eine starke Abhängigkeit der Bodenerosion von den Landnutzungsverhältnissen; den klimatischen Parametern wird nur untergeordnete Bedeutung zugeordnet.

Das Prozeßgefüge kann nur in Einzelschritten aus der Analyse der in vorgeschichtlicher Zeit die Bodenerosion beeinflussenden Faktoren zusammengesetzt werden. Diese Faktoren sind vollständig im empirischen Verfahren der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) genannt, die auf der von Wischmeier & Smith (1978) entwickelten Universal Soil Loss Equation (USLE) gründet. Die Bodenabtragsgleichung ist verschiedentlich korrigiert, neu evaluiert (u.a. Schwertmann 1981, Schwertmann et al. 1987) oder in modifizierter Form vorgelegt worden (u.a. MUSLE87 = Modifizierte USLE) (Hensel & Bork 1988, Hensel 1991). Die Faktoren, die den Bodenabtrag steuern, sind bekannt; ihr prinzipieller Einfluß wird nicht in Frage gestellt, allerdings ist die relative Bedeutung der Faktoren umstritten (Auerswald 1993: 4).

Die Berechnung des Bodenabtrags durch Wasser (bezogen auf standardisierte Parzellen von 22m Länge und 9% Gefälle) lautet $A = R \times K \times L \times S \times C \times P$.

Die Abkürzungen stehen dabei für folgende Faktoren (Auerswald 1987a):

- A durchschnittlicher jährlicher Bodenabtrag in t/ha
- R Regen- und Oberflächenabflußfaktor (Regenerosivität)
- K Bodenerodierbarkeitsfaktor (Erodibilität des Bodens)
- L Hanglängenfaktor (Einfluß der wirksamen Schlaglänge in Gefällerrichtung im Verhältnis zur Wirkung eines 22m langen Hanges)
- S Hangneigungsfaktor (Einfluß der Hangneigung im Verhältnis zur Wirkung eines 9% geneigten Hanges)
- C Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor (dieser Faktor, auch als Fruchtfolgefaktor bezeichnet, drückt den Einfluß der Fruchtfolge im Verhältnis zum Abtrag bei langfristiger Schwarzbrache unter sonst gleichen Bedingungen aus)
- P Erosionsschutzfaktor (Einfluß von langfristigen Erosionsschutzmaßnahmen im Verhältnis zum Anbau in Gefällerrichtung)

Die Faktoren Erosivität der Niederschläge, Erodibilität des Bodens, Reliefeigenschaften und Bearbeitungsformen haben in vor- und frühgeschichtlicher Zeit die Bodenerosion ebenso beeinflusst wie in der Gegenwart.

Um die Voraussetzungen prähistorischer Bodenerosion besser verstehen sowie deren Art und Ausmaß ausgewogener bewerten zu können, werden im folgenden Abschnitt - ausgehend von der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG) - diese Faktoren in bestimmten vorgeschichtlichen Kulturepochen rekonstruiert und ihre jeweilige Bedeutung erläutert. Dabei ist die Betrachtungsweise dieser Bodenerosionsfaktoren notwendigerweise weiter gefaßt als in der empirisch ausgerichteten Abtragungsgleichung. Die Bewertung kann lediglich qualitativer bis semiquantitativer Natur sein; die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung dient als Ausgangspunkt zur Bewertung der einzelnen Faktoren im Kontext der vorgeschichtlichen Bodenerosion. Darüber hinaus bietet dieser Ansatz die Möglichkeit, natürliche Erosionsdisposition (Regenerosivität, Erodibilität und Hangneigung) und anthropogene Erosionskomponenten (Hanglänge, Bodenbedeckung und -bearbeitung sowie Erosionsschutz) kenntlich zu machen und zueinander in Beziehung zu setzen.

Die immer wieder diskutierten Defizite wissenschaftlicher Ansätze zur Erfassung der Bodenerosion (vgl. **Seuffert 1993: 263**) sollen nicht unerwähnt bleiben; sie spielen aber auf der hier vorgelegten, qualitativen Betrachtungsebene keine entscheidende Rolle. Die Probleme, die mit der Anwendung der ABAG besonders in durch Dellen und Talasymmetrien charakterisierten Lößgebieten verbunden sind, wie Kleinrelief, Feuchtegrad des Bodens, kleinräumige Differenzierungen der Bodenerodierbarkeit als Folge flächenhafter Bodenerosion, reliefbedingte, mesoskalige Niederschlagsdifferenzen und erosionswirksame Hanglängen wurden bereits ausführlich diskutiert (vgl. **Thiemeyer 1988: 139-143**, **Pécsi & Richter 1996: 270**). Diese Bewertungskriterien spielen jedoch im vorzustellenden Erklärungsansatz zur vorgeschichtlichen Bodenerosion keine gewichtige Rolle.

Einen kurzen Überblick über Entwicklung und Stand der Forschung bei empirischen Bodenerosionsmodellen gibt **Hensel (1991)**. Dort werden USLE/ABAG sowie die weiterentwickelten Modelle OPUS und die MUSLE87 vorgestellt und diskutiert.

2.1.1 Die Klimavariabilität im Mittel- und Jungholozän und ihre möglichen Auswirkungen auf die Erosivität der Niederschläge

Auslösend für Bodenabtrag durch Wasser ist stets ein Regenereignis. Der Niederschlag bewirkt einerseits die Zerschlagung der Aggregate und das Verspritzen dieser Bruchstücke sowie anderer Bodenteilchen. Darüber hinaus transportiert das oberflächlich abfließende Wasser dieses Bodenmaterial. Um einen Abtrag zu bewirken, muß ein Niederschlag bestimmte Eigenschaften aufweisen; bedeutend dabei sind sowohl die Regenenergie als auch die Niederschlagsmenge (vgl. **Schwertmann et al. 1987: 14**).

Starkregenereignisse verursachen etwa 70 bis 80% des Bodenverlustes (**Richter 1987**)⁷. Im Rahmen der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung werden Niederschläge dann als erosiv bezeichnet, wenn sie eine Mindest-Niederschlagsmenge und eine Mindest-Niederschlagsintensität aufweisen. Dabei berechnet sich der Niederschlagsfaktor aus der Summe der kinetischen Energie der Einzelabschnitte eines Niederschlages, multipliziert mit der maximalen 30-Minuten-Intensität dieses Niederschlages (**Hensel & Bork 1988: 113**). **Kretschmar (1990: 167)** gibt als Größe für einen Starkregen mehr als $7,5\text{mm/h}^{-1}$ an, nach **Blüthgen & Weischet (1979)** wird in der Klimatologie von einem Starkregen ab $12,2\text{mm}/30\text{min}$ bzw. $17,1\text{mm/h}^{-1}$ gesprochen. Starkregen führen z.B. bei Lößböden zu einem plötzlichen Abknicken der Infiltrationskurve und damit zu hohen Bodenverlusten, während die gleichen Böden auf mäßige Regenfälle nur dann reagieren, wenn durch vorangegangene Niederschläge bereits eine Wassersättigung des Bodens und eine Verschlammung der Grobporen bewirkt wurde (**Pécsi & Richter 1996: 273**). **Kwaad (1991)** zeigt, daß zusätzlich eine Differenzierung in sommerliche und winterliche Regenfälle bei der Betrachtung der Bodenerosion notwendig ist. Auf kultivierten Lößböden in

⁷ Zitiert in **Heine (1994: 73)**

12 2 Vorgeschichtliche Bodenerosion - Stand der Forschung

den Niederlanden führt im Sommer ein vergleichsweise geringerer Abfluß zu einer wesentlich erhöhten Abtragung; die sommerlichen Abtragungsbedingungen werden durch die Intensität der Niederschläge gesteuert, die winterlichen vorwiegend durch das Ausmaß der Niederschläge.

Pécsi & Richter (1996: 267-270) betonen die übergreifende klimatische Steuerung der Bodenerosionsvorgänge in den europäischen Lößlandschaften. In Tab. 2 sind diese Ergebnisse zusammengefaßt. Sie belegen den Zusammenhang zwischen klimatischen Bedingungen und der Ausprägung der Bodenerosionsvorgänge.

Region	Klimatische Bedingungen	Ausprägung der Bodenerosion
Westeuropa	atlantisch geprägtes Klima; milde, schneearme Winter; vergleichbare Niederschlagsmengen im hydrologischen Sommer- und Winterhalbjahr.	relativ geringe Gefahr sommerlicher Starkregen mit größeren Bodenverlusten; Teil des Bodenerosionsgeschehens im Winter ablaufend.; Winterliche Bodenerosion ähnlich wirksam wie sommerliche.
Mitteleuropa	allmählicher Übergang vom atlantischen zum kontinentalen Klima; Niederschlagsmaximum verlagert sich in den Hochsommer; längere Frostperioden im Winter; Anteil konvektiver Starkregen am Gesamtniederschlag nimmt nach Osten zu.	winterliche Bodenerosion tritt deutlich hinter die sommerliche zurück; größere Abtragungsbeträge auch zur Zeit der Schneeschmelze (Schneeschnelzerosion); nach Osten hin wird Anteil der Winderosion bedeutender.
Osteuropa	winterkalt, sommerlich humides bis semihumides Kontinentalklima; Großteil der Niederschläge fällt im Sommer; Anteil konvektiver Regenfälle größerer Intensität und Menge ist bedeutend.	Sommerliche Starkregen können in hohem Maße erosiv wirken, da ihre Intensität die Infiltrationskapazität der Böden übersteigt; ebenfalls wichtig ist die auf eine kurze Zeitspanne zusammengedrückte Schneeschmelze, die bei noch gefrorenem Unterboden zu Abflußspitzen führt; gleichzeitig erhöhter Anteil der Winderosion.

Tab. 2: Klimatische Bedingungen für die rezente Bodenerosion in europäischen Lößgebieten (schematisiert, nach Pécsi & Richter 1996).

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob sich für den mitteleuropäischen Raum in vorgeschichtlicher Zeit Phasen rekonstruieren lassen, in denen sich die klimatischen Rahmenbedingungen so veränderten, daß ein von heute abweichendes Erscheinungsbild der Bodenerosion auftreten konnte. Besonderes Interesse verdient hier die Frage nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens und der jahreszeitlichen Verteilung erosiv wirksamer Regenfälle. Das Klima des Mittel- und Jungholozäns in Mitteleuropa kann nicht als eine konstante Größe angenommen werden. Zahlreiche Publikationen, die sich auf unterschiedliche Klimazeugen als Umweltarchive wie pollenanalytische Befunde (Willerding 1977, Beug 1982, Küster 1995b), Binnenwasserkalke (Jäger 1965, 1982), Malakozologie (Rousseau et al. 1991, Lozek 1992), Seespiegelschwankungen (Joos 1982, Gaillard 1985, Harrison, Saarse & Digerfeldt 1991, Magny 1993), Dendroklimatologie (Kaiser 1991), Gletscherschwankungen (Patzelt 1977, Furrer et al. 1980), Veränderungen der Waldgrenze (Bortenschlager 1977, Burga 1987), Meeresspiegelschwankungen (Pirazzoli 1991), Eisbohrkerne (Stuiver et al. 1995), Tiefseesedimente (1984), fluviale Belege (Becker 1982, Schirmer 1983a, Starkel 1991a),

Schwemmkegel (**Patzelt 1987**) oder auch bodenkundliche Befunde (**Keeley 1982, Van Vliet-Lanoë 1991**) stützen, belegen nachdrücklich holozäne Klimaschwankungen.

Die aktuellste Darstellung und kritische Beurteilung holozäner Klimazeugen liefert **Frenzel (1991a) (ed.)**, ausführlichere Erläuterungen finden sich bei **Berglund (1984) (ed.)**.

Zur definitorischen Unterscheidung von Klimaänderung und Klimaschwankung vgl. u.a. **Kuhn (1990: 19)**: „[...]man spricht von Schwankungen einer Klimagröße, wenn man sieht oder erwartet, daß ihr Wert nach einer bestimmten Abweichung wieder zum Ausgangspunkt zurückkehrt. Eine Klimaänderung oder ein Trend einer Klimagröße liegt dann vor, wenn die Abweichung nur in eine Richtung läuft und der Ausgangswert nicht mehr erreicht wird.“ Eine genaue Abgrenzung zwischen Klimaschwankung und Klimaveränderung existiert jedoch nicht; um diesem Problem aus dem Wege zu gehen, wird in Abweichung davon oftmals neutral von Klimafluktuationen oder von Klimavariabilität gesprochen.

Die Beurteilung und Interpretation holozäner Klimazeugen („proxy data“) ist dabei nicht immer einheitlich, teilweise sogar gegensätzlich. Einige wichtige Aussagen seien hier kurz angeführt:

Vegetationsgeschichte:

Durchaus differenzierte Ansichten gibt es zur Aussage pollenanalytischer Untersuchungen in bezug auf klimatische Entwicklungen. **Beug (1982)** und **Küster (1995b: 44-53)** beschreiben die Schwierigkeiten, die aus dem Versuch erwachsen, Vegetationsveränderungen durch klimatische Faktoren zu erklären. Bei vegetationskundlichen Arbeiten wird zunehmend erkannt, daß die Wechselwirkung zwischen Klima- und Vegetationsgeschichte nicht so eng und deutlich ist, wie vielfach in der Vergangenheit angenommen. Kurzfristige Klimaschwankungen müssen keine Veränderungen in der Vegetationszusammensetzung hervorrufen, da die Vegetation zu träge reagiert. Darüber hinaus sind diese holozänen Klimaschwankungen in ihrer Auswirkung geringer als die Folgen standortklimatischer Veränderungen, wie sie sich bei der Rodung der Wälder ergeben haben (**Küster 1995b: 304**). Dennoch postulieren **Huntley & Prentice (1993)** einen übergeordneten klimatischen Faktor bei der Betrachtung der Pollenverteilung und interpretieren die Vegetationsgeschichte entsprechend.

Seespiegelschwankungen

Inwieweit Seespiegelschwankungen in klimatischen Zusammenhängen betrachtet werden können, bleibt ebenso eine oftmals offene Frage (**Gaillard 1985: 171**). **Magny (1993: 307)** korreliert niedrige Seespiegelstände mit einer negativen Wasserbilanz im Sommer; niedrige Seespiegel sind dementsprechend mit langen und warmen Sommern in Einklang zu bringen. Von besonderem Interesse ist zusätzlich die Bewölkung, da über sie die Verdunstung mitgesteuert wird. Bereits in einer früheren Arbeit gibt Magny zu bedenken, daß die tiefen Seespiegelstände der subalpinen Seen in der Frühbronzezeit und der Urnenfelderzeit auch aus ihrer langen geomorphologischen Entwicklung seit dem Spätglazial zu interpretieren sind (**Magny 1982**). Darüber hinaus bringt er die fluviale Morphodynamik der tributären Flüsse mit den Seespiegelständen in Beziehung und stellt ein Aufhöhung des Flußbettes ab dem beginnenden Subboreal fest. Demnach sind Seespiegelschwankungen auch das Ergebnis kurzfristiger klimatischer Schwankungen innerhalb der langsamen Klimaverschlechterung im Subboreal und der geomorphologischen Entwicklung der Flüsse. Insgesamt können Seespiegelschwankungen nach **Magny (1993: 310)** dennoch im Rahmen einer - jeweils etwa 2300 Jahre umfassenden - Periodizität des holozänen Klimas interpretiert werden. Seespiegelständen ist damit ein hoher paläoklimatischer Aussagewert zuzuschreiben. Ebenso nimmt **Kleinmann (1995: 349)** als entscheidende Ursache für die holozänen Seespiegelschwankungen des oberbayerischen Ammersees überregionale Klimaeinflüsse an, die durch lokale und regionale Besonderheiten modifiziert sein können.

Gletschergeschichte

Bei den alpinen Gletschervorstößen wird davon ausgegangen, daß sie auf kühlen und feuchten Sommern beruhen und damit eine starke Korrelation der Gletscherschwankungen mit der Sommertemperatur besteht (**Magny 1993: 307**). **Holzhauser (1987: 83)** gibt zu bedenken, daß allein mit der Datierung von Gletscherhochständen wenig bezüglich der Klimageschichte ausgesagt werden kann, da es dazu der Kenntnis der minimalen und maximalen Gletscherausdehnung zu Beginn bzw. am Ende eines Gletscherhochstandes bedarf. Um diese Abschnitte klimatologisch dennoch deuten zu können, muß auf dendroklimatologische Befunde zurückgegriffen werden. Ferner ist bei einer klimatischen Interpretation die unterschiedliche Reaktion von Gletschern in Abhängigkeit von ihrer Größe und anderen Parametern zu bedenken.

14 2 Vorgeschichtliche Bodenerosion - Stand der Forschung

Dendroklimatologie

Die maximalen Spätholzdichten von Jahrringen gelten als Indikatoren für Sommertemperaturen (u.a. **Renner 1982, Kaiser 1991**). Mit Hilfe der Dendroklimatologie lassen sich abrupte Klimaschwankungen („Klimastürze“) nachweisen.

Waldgrenze

Die Ursachen für niedrige Waldgrenzen werden in einer kühlen und verkürzten Wachstumsperiode gesehen (**Bortenschlager 1977: 264**). Sie koinzidieren demnach mit dem Verhalten der Gletscher, jedoch nur solange menschlicher Einfluß ausgeschlossen werden kann.

Solifluktuationsphasen

Solifluktuationsphasen werden von **Veit (1993: 23)** als Äquivalent trocken-kalter Winter interpretiert bzw. mit einem „späten Einschneien“ gleichgesetzt. **Gamper (1991: 84)** interpretiert Solifluktuationsphasen als Ausdruck einer Klimaverschlechterung, die kalt-feuchten Sommern und trocken-kalten Wintern entspricht. Solifluktuationsphasen zeigen weitgehende Übereinstimmung mit Depressionen der Waldgrenze und den Gletscherhochstandsphasen, werden also durch klimatische Bedingungen gesteuert.

Schwemmkegel

Im Tiroler Inntal kann **Patzelt (1987: 93)** einen mehrfachen Wechsel von Perioden verstärkter Sedimentakkumulation mit Erosions- und Stagnationsphasen feststellen. Akkumulationsperioden werden mit niederschlagsreichen Zeiten und außergewöhnlichen Starkniederschlägen in Beziehung gesetzt, im Tiroler Inntal mit dem gehäuftem Auftreten von Süd- bis Südwestwetterlagen, wie sie auch aktualistisch zu hohen Niederschlagsereignissen führen können. Postglaziale Schwemmkegel und Talbodensedimente können deshalb als ein „ergänzender Beitrag zur Klimageschichte“ (**Patzelt 1987: 121**) betrachtet werden. Der menschliche Einfluß auf die Schwemmkegelbildung wird im Vergleich zur Bedeutung der hygrischen Parameter als gering betrachtet.

Binnenwasserkalke

Nach **Jäger (1982: 806)** kommt der Stratigraphie holozäner Binnenwasserkalke ein hohes „klimageschichtliches Aussagevermögen“ zu. Bedeutsam ist dabei die stratigraphische Abfolge von Bodenbildungen und Kalkausfällungen, wobei die fossilen Humushorizonte als Beleg für trocken-warme Zeiten gewertet werden (vgl. **Lozek 1992**).

Flußgeschichte

Im Rahmen der Beurteilung fluvialer Morphodynamik im Holozän spricht sich **Starkel (1991a, 1991c)**, ähnlich wie **Schirmer (1983a)** generell für eine übergeordnete klimatische Steuerung der Flußdynamik aus, die in rhythmischen Variationen in einer Länge von 2000 bis 2500 Jahren ihren Ausdruck findet (vgl. **Magny 1993**). Phasen gesteigerter fluvialer Aktivität korrespondieren dabei mit anderen Klimazeugen. Für das jüngere Postglazial wird die Flußentwicklung zunehmend von anthropogenen Eingriffen bestimmt. Fragen nach den bedeutendsten Steuerungsfaktoren (Klima, Eigengesetzlichkeit bestimmter Flußsysteme, Mensch) der Flußmorphodynamik im Holozän diskutiert ausführlich **Hilgart (1995: 44-49)**.

Zusammenfassende Darstellungen der holozänen Klimageschichte finden sich u.a. bei **Frenzel (1977), Lamb (1977, 1982)** und **Wright et al. (1993) (eds)**. **Frenzel (1977)** stellt insgesamt vierzehn holozäne Klimaschwankungen auf der Nordhalbkugel fest. Sie zeigen nur teilweise gleichlaufende Tendenzen und fallen oftmals regional sehr unterschiedlich aus. Bei einer genaueren Gegenüberstellung verschiedener Parameter läßt sich allerdings feststellen, daß es Abweichungen bei der Rekonstruktion der holozänen Klimabedingungen gibt.

Dazu bemerken **Harrison, Prentice & Bartlein (1991: 295)**: „The Holocene climate history of Europe is still poorly understood in spite of the quantity of existing palaeoenvironmental data.“

Dies ist nur bedingt durch regionale Unterschiede in der klimatischen Entwicklung zwischen 8000 BP (¹⁴C) und 2000 BP (¹⁴C) erklärbar. Teilweise werden Klimazeugen darüber hinaus abweichend interpretiert (s.o.), ebenso ist die Datierung mancher Belege nicht hinreichend ge-

sichert. Im Gegenzug weist **Magny (1993: 311-312)** auf die Synchronität holozäner Klima-zeugen hin: Sie ermöglicht eine modellhafte Rekonstruktion der holozänen Klimaschwankungen, obwohl Fragen über das Ausmaß dieser Schwankungen noch ungeklärt sind. Vor dem Hintergrund dieser intensiv geführten Diskussion erscheint die Forderung **Frenzels (1991b: 301)** nach einer hinreichenden Quantifizierung der wichtigsten klimatischen Parameter innerhalb diverser vorgeschichtlicher Epochen, zusammen mit einer möglichst genauen Datierung paläoökologischer Ereignisse, als Grundlage für weiterführende Theorien und Modelle von großer Berechtigung.

Es ist evident, daß gerade in vorgeschichtlichen Epochen klimatische Veränderungen Einfluß auf das Siedlungsverhalten der Kulturen gehabt haben, wobei die Auswirkungen dieser klimatischen Faktoren in ihrer Qualität und Quantität sehr unterschiedlich und kontrovers diskutiert werden (vgl. u.a. **Jäger & Lozek 1978b, Bouzek 1982, Harding 1982**).

Die Auswirkungen klimatischer Ereignisse auf die Entwicklung vorgeschichtlicher Kulturen werden folgendermaßen beschrieben: "[...] change of climate (typically drought or flooding), leading to crop failure over a period of years; a hungry population seeking new pastures in adjacent (or sometimes distant) lands, perhaps after having overthrown their own social order first; the result, war, migration, upheaval supposedly recognizable archaeologically by new artifact types in given areas. An alternative result is [...] starvation and population decline" (**Harding 1982: 2-3**). **Linke (1976: 5)** beurteilt die möglichen Auswirkungen von Klimaschwankungen wie folgt: „Bedingt z.B. eine Klimaschwankung eine so starke Verschlechterung der Anbauverhältnisse, daß sich die vorhandenen Nutzflächen für die bisherige Bevölkerungsgröße als nicht mehr tragfähig erweisen, sind folgende Änderungen in diesem Kräftefeld möglich: Reduzierung der Bevölkerungszahl [...], Erweiterung oder Intensivierung der Nutzungsmöglichkeiten der Wirtschaftsfläche [...] oder [...] Vergrößerung der agrarischen Nutzfläche. Die gleichen Veränderungen wären ebenfalls denkbar bei einer allmählichen Erschöpfung des Bodens.“ **Bouzek (1982: 188)** weist ebenso darauf hin, daß jede klimatische Veränderung kritisch für die vorgeschichtliche Bevölkerung war: “[...] the effect was not only an adaptation, but also tensions, migrations and wars.” Eine Abschätzung des „klimatischen Faktors“ bei der Entwicklung vorgeschichtlicher Kulturen ist immer mit großen Abwägungen und Einschränkungen versehen, im Gegenzug kann der Wandel menschlicher Kulturen als Indikator für klimatische Veränderungen, wenn überhaupt, dann nur sehr eingeschränkt herangezogen werden (**Frenzel 1977**). Historische Untersuchungen belegen zudem, daß nicht unbedingt die großen, überregionalen Klimaschwankungen entscheidend für Kulturlandschaftsentwicklungen sein müssen, sondern einzelne oder wenige aufeinander folgende ungünstige Jahre (**Küster 1995b: 304**).

Im historischen Maßstab schreibt **Bork (1988: 55)** den hygrischen Extremereignissen des 14. und 18. Jahrhunderts eine weitreichende soziale und wirtschaftliche Bedeutung zu, indem er sie teilweise mitverantwortlich für Mißernten, Hungersnöte, Bevölkerungsrückgang und Flurwüstungen macht.

Differenziert äußert sich **Pfister (1988, Bd. 2: 131)** zu den Mensch-Umwelt-Wechsel-Beziehungen in der Schweiz der (frühen) Neuzeit: „Deterministische Vorstellungen, welche Klimaänderungen als ausschlaggebende Steuerungsgrößen betrachten, zielen ebenso an der historischen Wirklichkeit vorbei, wie possibilistische Anschauungen, welche sie zur blossen Staffage degradieren. Ein tragfähiges Fundament hat erst die [...] ökologische Betrachtungsweise geschaffen“. Sie setzt meteorologische Variablen in Beziehung zu anthropogenen Komponenten. Wichtige Teilbereiche des „anthropogenen Faktors“ stellen dabei agrarische Nutzungssysteme und demographische Faktoren dar. Eine Übertragung dieser Gedanken auch in vorgeschichtliche Epochen erscheint nützlich und sinnvoll.

Im Rahmen einer Fragestellung zum Ausmaß und zur Chronologie vorgeschichtlicher Bodenerosion ist ein zentraler Gegenstand der Überlegungen die Rekonstruktion von Phasen mit einer erhöhten Anzahl an erosiv wirksamen Niederschlägen. Diese führen sowohl zu verstärkter linearer Abtragung als auch zu erhöhten flächenhaften Umlagerungen.

In historischer Zeit sind für Mitteleuropa Phasen mit einem verstärkten Auftreten linearer Bodenerosion - oftmals auch mit starken flächenhaften Abtragungsprozessen gekoppelt - belegt (u.a. **Hempel 1957, Richter & Sperling 1967, Hard 1968, 1970, Bork & Rohden-**

⁸ Unterstreichung hinzugefügt.

burg 1979, Bork 1985, Bork & Bork 1987, Bork 1988). Diese Abtragungsphasen sind über die Lößlandschaften hinaus bis in die lößbedeckten Mittelgebirgslandschaften nachweisbar (Lessmann-Schoch et al. 1991: 25). Die Ursachen dieser Zerschluchtung werden jedoch kontrovers gesehen (Pécsi & Richter 1996). Sie werden nicht ausschließlich mit extremen, an bestimmte Wetterlagen gebundenen, hygrischen Witterungsereignissen in Beziehung gesetzt, sondern ebenfalls mit Veränderungen in der Agrarstruktur korreliert, so in Südwestdeutschland um 1800 AD der Übergang von einer Feld-Weide-Wechselwirtschaft zum Dauerackerbau, der zeltengebundenen Dreifelderwirtschaft (Hard 1970: 295). Pécsi & Richter (1996) benennen - vorwiegend aufgrund einer relativ starken zeitlichen Streuung der „Zerschluchtungsphasen“ - agrar- und bevölkerungshistorische Gegebenheiten als entscheidende Faktoren der Abtragung. Demnach sind extreme Witterungsperioden nicht Ursache, sondern lediglich Auslöser für Prozesse, die der Mensch durch wirtschaftliche Maßnahmen vorbereitet hat (Pécsi & Richter 1996: 278). Hahn (1992) untersucht die Morphogenese in historischer Zeit sowie die Formungssteuerung, was die Frage nach der Erosionsanfälligkeit historischer Kulturlandschaften und der Erosivität historischer Niederschläge einschließt. Als bedeutendste morphogenetische Einflußgröße wird die Umwandlung der Natur- in die Kulturlandschaft angenommen (Hahn 1992: 196).

Klimatologisch können Starkregenereignisse in Zusammenhang gebracht werden mit einem verstärkten Auftreten meridionaler Zirkulation (low-index-Typ der Zirkulation) und dem damit verbundenen intensiveren Energieaustausch zwischen niederen und höheren Breiten durch die Rossby-Wellen (Blüthgen & Weischet 1979: 516-517). Bedeutend für die Witterungsgestaltung im Umkreis von Kaltluftpfropfen ist für Mitteleuropa die Südostwetterlage. Diese Vb-Wetterlage führt vorwiegend im südöstlichen Mitteleuropa zu hohen Niederschlägen und zu häufigen Hochwässern an Elbe und Oder (Weischet 1988: 218-219). Das Vorkommen dieser Wetterlagen sollte besonders gehäuft am Beginn und Ende von Klimaschwankungen auftreten, da hier insgesamt eine höhere Instabilität der Allgemeinen Zirkulation erwartet werden muß. In einem Rekonstruktionsversuch, der sich an diese Vorstellungen anlehnt, begründet Magny (1993: 308) die Abkühlungsphase der Kleinen Eiszeit (LIA) durch eine südwärtige Verschiebung des jet streams, damit verbunden akzentuiertere meridionale Zirkulation im Winter und verstärkte Zyklonentätigkeit (westerlies) im Sommer. Schüepp (1991: 124) bezeichnet diese Meridionalzirkulation, eine advective Lage, als „Kind der kalten Jahreszeit“, die bei starken horizontalen Temperaturgradienten Nord-Süd auftritt. In warmen Phasen wandert der jet stream weiter nach Norden, die meridionale Zirkulation im Winter wird geschwächt, und die zyklonale Tätigkeit im Sommer ebenfalls. Magny (1993: 311) kann dieses Zirkulationsmuster auf das Holozän übertragen und die holozänen Klimaschwankungen (Oszillationen bei Magny 1993) in dieses Schema einbinden. Als Ursache dieser Schwankungen werden Veränderungen in der Solaraktivität angenommen.

In Anlehnung an die von Pécsi & Richter (1996) festgestellte prinzipielle klimatische Steuerung der Bodenerosionsvorgänge in Mitteleuropa muß während verschiedener Phasen des Holozäns der Anteil konvektiver Niederschläge bedeutender gewesen sein, da teilweise kontinentalere Klimabedingungen herrschten.

Allerdings sind aus Bodenprofilen ableitbare Aussagen zu hygrischen Extremereignissen *nur dann möglich*, wenn gerodete und ackerbaulich genutzte Flächen im entsprechenden Zeitraum vorhanden sind (Bork & Bork 1987). Für die vorgeschichtlichen Epochen hält Bork (1989: 129) das Auftreten exzessiver Regenfälle für unwahrscheinlich: „It is very likely that no excessive rainfall occurred during these periods of early agricultural activity.“ An anderer Stelle (Bork 1988: 20) betrachtet er die vorgeschichtlichen Epochen insgesamt als einen Abschnitt mit „vernachlässigbar geringer“ Bodenerosion. Ebenso spricht Thiemeyer (1988) nach Analyse der natürlichen *und* kulturellen Faktoren von einer generell geringen vorgeschichtlichen Zerrungsgefahr.

Da - wie angesprochen - sowohl das Ausmaß der Bodenerosion als auch die Art ihres Auftretens in linearer und flächenhafter Form sehr stark vom Niederschlagsregime abhängt, ist es notwendig, diesen Parameter im deutschsprachigen Raum für den Zeitabschnitt Neolithikum bis Eisenzeit an dieser Stelle kurz zusammenfassen, um die entsprechende klimatische Ausgangsbedingung für die vorgeschichtlichen Bodenerosionsvorgänge zu charakterisieren.

Frenzel (1977: 297) weist auf den Umstand hin, daß das Ausmaß der postglazialen Klimaschwankungen häufig überschätzt wird. Insofern ist sicherlich die Variabilität der hygrischen Witterungsverhältnisse von maßgebender Bedeutung, gerade bei Fragen zur Bodenerosion. **Willerdig (1977)** beschreibt die mittelholozänen Klimaschwankungen als eher thermisch akzentuiert, während bei den jungholozänen Klimaschwankungen der hygrische Aspekt im Vordergrund stehe.

Im Sinne eines aktualistischen Ansatzes zur Rekonstruktion können auch Beiträge zur historischen Klimageschichte (**Flohn 1950, 1957, von Rudloff 1980, Pfister 1988, Schüepf 1991**) und Überlegungen im Rahmen modellhafter Vorstellungen (**Magny 1982, Harrison, Prentice & Bartlein 1991, Magny 1993**) herangezogen werden.

Die Aussagen zum Klima im Holozän und seine möglichen Auswirkungen auf die Bodenerosion in vorgeschichtlicher Zeit sind in Tab. 3 zusammenfassend dargestellt.

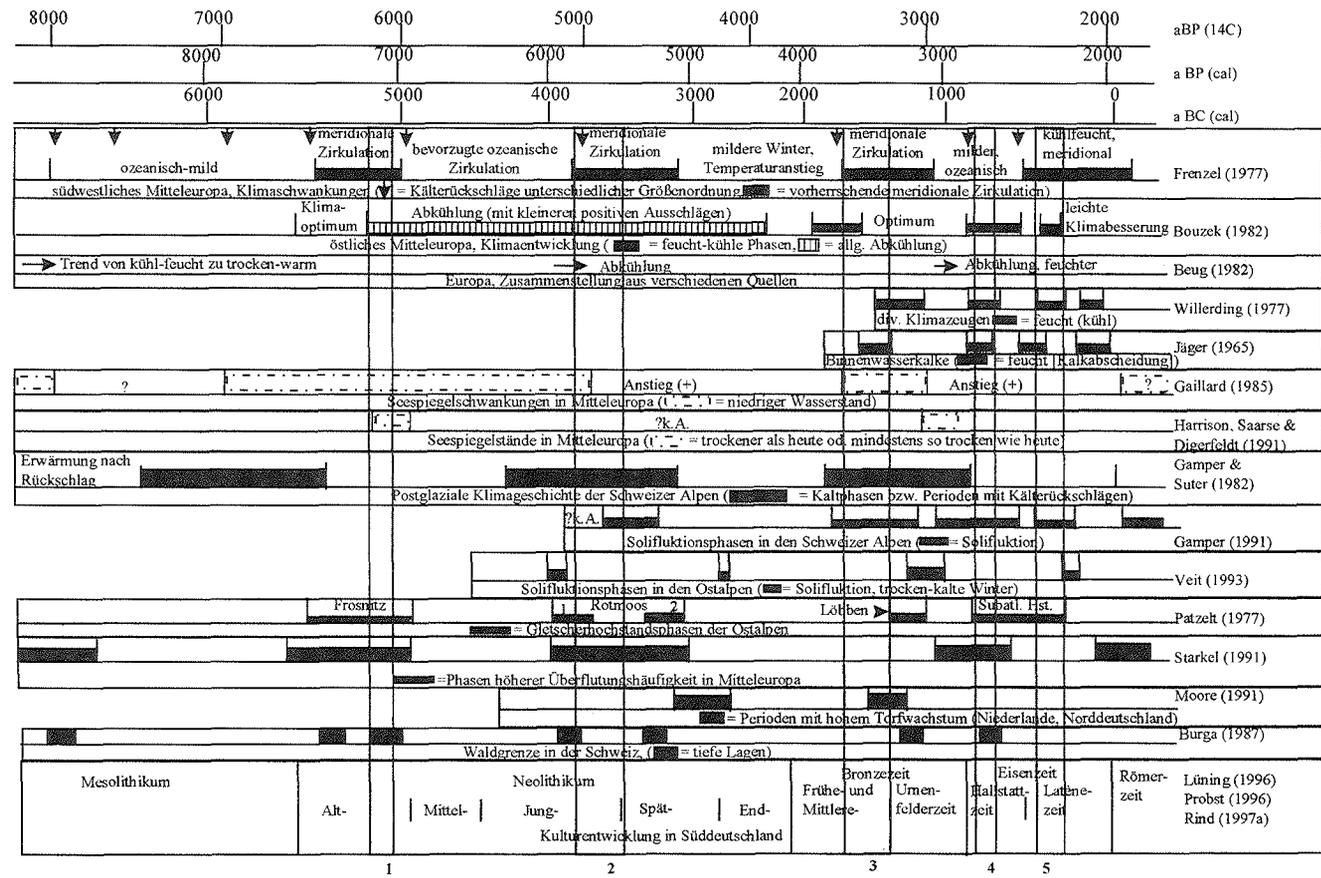
2.1.1.1 Klimatische Grundzüge im mitteleuropäischen Neolithikum

Die aktuelle chronologische Gliederung des Neolithikums (vgl. Tab. 1) geht auf **Lüning (1996)** zurück. **Lüning (1996)** differenziert Alt- (= Früh-)neolithikum (5500-5000 BC (cal)), Mittelneolithikum (5000-4400 BC (cal)), Jungneolithikum (4400-3500 BC (cal)), Spätneolithikum (3500-2800 BC (cal)), Endneolithikum (2800-2200 BC (cal)).

Frenzel (1977) beschreibt für den Beginn des Atlantikums (8000-6500 BP (¹⁴C)) im südwestlichen Mitteleuropa die Einstellung eines ozeanisch-milden Klimas, mit einer hohen Sommerfeuchtigkeit, nach vorangegangener Dominanz arktischer Luftmassen, die sich in der Venediger Gletscherschwankung (**Patzelt 1977**) in den Ostalpen mit drei Kaltphasen zeigt, während **Starkel (1991b: 238)** den Übergang zu ozeanischen Klimabedingungen auf 8700-7700 BP (¹⁴C) festlegt, einhergehend mit Seespiegelanstiegen, der Ausbreitung von Laubwäldern und der Ausdehnung von Torfgebieten. **Beug (1982)** nimmt den Übergang vom kühl-trockenen Boreal zum warm-feuchten Atlantikum bereits im Zeitraum 9000-8500 BP (¹⁴C) an. Nach **Gaillard (1985: 159)** sind jedoch von 8500 bis 8000 BP (¹⁴C) europaweit niedrige Seespiegelstände nachgewiesen, die allerdings von **Harrison, Saarse & Digerfeldt (1991)** nicht bestätigt werden. Im Gegensatz zu **Gaillard (1985)** weist **Magny (1993: 310)** bei seinen Untersuchungen holozäner Seespiegelstände im Französischen Jura und den Schweizer Alpen erst ab 8000 bis 7000 BP (¹⁴C) niedrigere Wasserstände nach, während um 8000 BP (¹⁴C) keine außergewöhnlichen Seespiegelstände feststellbar sind. Bereits im Boreal, einer kurzen, aber entscheidenden Phase der Waldgeschichte, sind die wichtigsten Schritte der Differenzierung der zukünftigen Vegetation erfolgt (**Küster 1995b: 36**). Das Grundmuster für die Vegetation zu Beginn des Atlantikums ist dadurch bereits festgelegt. In Süddeutschland bilden sich eichenreiche Wälder auf sehr unterschiedlichen, aber vorwiegend alpenfernen Standorten heraus. Hauptstandorte dieses Vegetationstypes finden sich auch im Lößgebiet am Südwestrand des Bayerischen Waldes (**Küster 1995b: 46**), während in den höheren und niederschlagsreicheren Lagen ulmenreiche Bestände dominieren.

Die altneolithische Besiedlung in Mitteleuropa um 5500 BC (cal) beginnt in der Zeit des holozänen Klimaoptimums mit einem in Mitteleuropa dominierenden ozeanisch-milden Klima, dessen Auswirkungen nach **Frenzel (1977)** allerdings nicht überschätzt werden sollten.

Diesbezüglich schreibt **Frenzel (1977: 306)**: „Für Änderungen der Jahrestemperatur des wärmsten Monats von 2 bis 5°C im langjährigen Mittel scheint also kein Platz zu sein.“ **Frenzel (1992b) (ed.)** gibt für das holozäne Klimaoptimum (Atlantikum) in Mitteleuropa Temperaturerhöhungen für August und Februar von jeweils unter 2°C gegenüber heute an, die hygrischen Werte liegen in einer Spanne von ± 30mm im Vergleich zu den gegenwärtigen durchschnittlichen Jahresniederschlägen, im östlichen Mitteleuropa über, im westlichen unter den heutigen Werten.



Tab. 3. Klimatische Verhältnisse in der mitteleuropäischen Vorgeschichte.

1-5: Perioden bzw. Phasen mit höherer Wahrscheinlichkeit für das Auftreten erosiver Niederschläge
(Zeitskala nach Pearson & Stuiver 1993, Stuiver & Pearson 1993)

Favies-Mortlock et al. (1997: 80) nehmen bei ihren modellhaften Berechnungen der vorgeschichtlichen Bodenerosion für das Atlantikum im südlichen England ca. 2°C höhere Sommertemperaturen und etwa 1°C höhere Wintertemperaturen bei gleichzeitig 12% mehr Jahresniederschlag an.

Bouzek (1982: 182) bezeichnet die Epoche der altneolithischen Linienbandkeramik als in Mitteleuropa „außergewöhnlich warm“, während ab der Stichbandkeramik eine generelle Klimaverschlechterung mit einigen positiven Ausschlägen untergeordneter Natur feststellbar sein soll. Nach **Bouzek (1982: 181)** weisen die häufigen Siedlungsspuren in Höhlen im östlichen Mitteleuropa auf eine eher trockene Phase in der Linienbandkeramik hin, da eine Höhlenbesiedlung lediglich dann stattfindet, wenn vergleichsweise niedrige Grundwasserstände auftreten. Um 6550 BP (¹⁴C) bzw. um 5950 (¹⁴C) lassen sich **Frenzel (1977: 306)** zufolge Klimaschwankungen nachweisen, deren Auswirkungen auf die belebte und unbesetzte Natur jedoch nur als unbedeutend zu bezeichnen sind. Hohe Seespiegelstände legt **Magny (1993: 310)** in der Zeit von 7000 BP (¹⁴C) bis 6000 BP (¹⁴C) in Seen des Schweizer Jura und der Voralpen fest, übereinstimmend mit einem Gletschervorstoß in den Ostalpen, der Frosnitzschwankung (**Patzelt 1977**), und den Misoxer Kaltphasen in den Westalpen (**Zoller 1977**). Damit einher gehen tiefe Waldgrenzlagen in den Alpen (**Burga 1987: 76**). Entsprechend findet **Gamper (1987: 79)** einige (wenige) Belege für erhöhte Solifluktion in diesem Zeitabschnitt, und zeitlich ein wenig verschoben stellen **Leemann & Niessen (1994: 267)** Befunde für glaziale Aktivitäten durch die Untersuchung von Sedimenten im Silvaplana-See vor. Etwa zeitgleich, von 6500-6000 BP (¹⁴C), registriert **Starkel (1991a: 244)** eine erneute Phase höherer Hochfluthäufigkeit und damit verstärkte Hochwassergefahr im gesamten mitteleuropäischen Raum. Gemäß dieser Erkenntnisse spricht bereits **Frenzel (1977)** von einer verstärkt meridional geprägten Zirkulation im südwestlichen Mitteleuropa. Dieses Zirkulationsmuster entspricht dem von **Magny (1993)** vorgestellten Konzept, das eine südwärtige Verlagerung der Jetströme vorschlägt, die mit erhöhter meridionaler Zirkulation im Winter in Verbindung gebracht wird. Global sind in dieser Zeit leichte Temperaturschwankungen durch Veränderungen der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte nachgewiesen (**Stuiver et al. 1995**).

Zumindest am Ende des Altneolithikums (um 5000 BC (cal)) ist gemäß der vorliegenden Klimarekonstruktionen mit einem verstärkten Auftreten bodenerosiv wirksamer Niederschläge zu rechnen (= Phase 1, Tab. 3).

In den folgenden Abschnitten des Neolithikums (Mittel- und Jungneolithikum von 5000 bis 3500 BC (cal)) dominiert über einen langen Zeitraum in Mitteleuropa ein ozeanisches Zirkulationsmuster; Klimaschwankungen größeren Ausmaßes sind nicht nachgewiesen (**Frenzel 1977**), im östlichen Mitteleuropa ist eine graduelle Abkühlung feststellbar, die von kleineren, positiven Ausschlägen unterbrochen wird (**Bouzek 1982**). Angaben zu den Seespiegelständen schwanken zwischen niedrigen Wasserständen (**Gaillard 1985**) und Pendelungen um einen mit heute vergleichbaren Wert (**Magny 1993**). **Joos (1982: 50)** gibt für die Schweizer Seen einen durchschnittlichen Anstieg der Seespiegelstände um ca. 4200 BC (cal) an.

Gegen Ende des Jungneolithikums am Übergang vom Atlantikum zum Subboreal (5000 BP (¹⁴C)) tritt aber eine bedeutende Veränderung der klimatischen Parameter auf. **Frenzel (1977)** beschreibt für 4950 BP (¹⁴C) einen regional unterschiedlich stark ausgeprägten Kälterückschlag auf der Nordhalbkugel und damit verbunden eine etwa 800 Jahre (¹⁴C-Jahre) lang verstärkte meridionale Zirkulation. In dieser Klimaschwankung „bildet [sich] die Verbreitung der ROSSBY-Wellen ab“ (**Frenzel 1977: 304**). Beschrieben wird ein leichter Temperaturrückgang, vorwiegend im Winterhalbjahr, abgeschwächt auch während des Sommerhalbjahres. Gleichfalls tritt eine Phase erhöhter Überflutungshäufigkeit in Erscheinung, primär wohl ein

Anstieg von Sommerhochwässern (**Frenzel 1977, Starkel 1991a**). **Becker (1982: 109)** warnt jedoch davor, die starken Sedimentbewegungen in den Flüssen des mittleren Postglazials rein klimatisch zu interpretieren. Bereits jetzt kann sich anthropogener Einfluß auf die Flußentwicklung bemerkbar machen, da zumindest lokal verstärkte Bodenerosion feststellbar ist, die zu Veränderungen im Talrelief und zu verstärkter Hochwasserwirkung führen kann (vgl. **Schirmer 1990, ed.: 26**). Im Flußabschnitt Regensburg-Straubing der bayerischen Donau datiert **Buch (1988a: 128)** den flußdynamischen Umbruch vom verzweigten zum gewundenen bzw. mäandrierenden Gerinnemuster an den Beginn des Subboreals.

Zumindest zeitweise fällt diese Phase einer postglazialen Klimaschwankung mit Gletscherhochstandsphasen in den Ostalpen (Rotmoos 1 und 2 nach **Patzelt 1977**), einer Kaltphase in den Schweizer Alpen, gleichfalls verbunden mit Waldgrenzschwankungen und Solifluktionsphasen, sowie entsprechenden Seespiegelschwankungen in den voralpinen Seen der Schweiz zusammen (**Gamper & Suter 1982, Burga 1987, Gamper 1991, Magny 1993, Leemann & Niessen 1994**). Perioden mit hohem Torfwachstum in den Niederlanden und Norddeutschland liegen etwas zeitversetzt um 3000 BC (cal) (**Moore 1991**). Vegetationsgeschichtlich von besonderer Auswirkung ist die zunehmende Bedeutung der Buche im Waldspektrum (**Küster 1995b** zeigt dies exemplarisch für Südbayern)⁹. Diese „Buchendominanz“ bleibt jedoch räumlich stark differenziert, abhängig von den Konkurrenzverhältnissen in den Buchen- und Eichenwäldern. Dabei können bereits anthropogene Einflüsse eine Rolle gespielt haben (**Küster 1995b: 41**).

Die paläoklimatischen Klimazeugen weisen trotz ihrer Heterogenität auf eine Umstellung der Zirkulationsmuster der Allgemeinen Zirkulation hin. Mit diesem Umschwung scheinen, gleichfalls zur Phase 1 um 5000 BC (cal), Bedingungen vorzuherrschen, die ein erhöhtes Auftreten erosiv wirksamer Starkregen um 3700 BC (cal) wahrscheinlich machen (= Phase 2, Tab. 3); die zeitliche Ausdehnung dieser „klimatischen Aktivitätsphase“ läßt sich jedoch nur schwer abschätzen.

An diese „klimatische Aktivitätsphase“ schließt sich bis zum Ende des Neolithikums eine Phase mit stabilen klimatischen Verhältnissen an; im südwestlichen Mitteleuropa verbunden mit milderen Wintern und einem allgemeinen Temperaturanstieg (**Frenzel 1977**), der im östlichen Mitteleuropa jedoch nicht nachweisbar ist (**Bouzek 1982**). Im Gegensatz zu Frenzel nimmt **Lamb (1977: 385)** um 2500 BC (cal) in Europa verhältnismäßig kalte Winter an. *Regionale Unterschiede der holozänen Klimaentwicklung bleiben evident*. In den Schweizer Alpen sprechen **Gamper & Suter (1982)** vom postglazialen Klimaoptimum. Solifluktionsphasen sind zeitlich nur sehr begrenzt in den Ostalpen nachgewiesen (**Veit 1993**).

2.1.1.2 Klimatische Grundzüge in der mitteleuropäischen Bronzezeit

Probst (1996) untergliedert die Bronzezeit in Frühbronzezeit (2300-1600 BC (cal)), Mittelbronzezeit (= Hügelgräberbronzezeit von 1600-1300/1200 BC (cal)) und Spätbronzezeit (= Urnenfelderkultur von 1300/1200-800 BC (cal)) (vgl. Tab. 1).

Der Beginn der mitteleuropäischen Bronzezeit zeichnet sich bis 3500 BP (¹⁴C) durch stabile, ozeanische Klimaverhältnisse aus. **Bouzek (1982)** spricht in diesem Zusammenhang von einem schwach ausgeprägten klimatischen Optimum in der Frühbronzezeit des östlichen Mitteleuropas. In der nachfolgenden Mittelbronzezeit setzt in ganz Mitteleuropa ein Trend zu feuchtkühleren Verhältnissen ein, u.a. belegt durch Vernässungsphasen in norddeutschen Mooren. Um 3550 BP (¹⁴C) ist eine Klimaschwankung feststellbar, die in Mitteleuropa zwar synchron,

⁹ Das entspricht dem Übergang von Pollenzone VII zu Pollenzone VIII bei **Firbas (1949)**.

jedoch mit regional differenzierten Auswirkungen auftritt, und erneut einen Umschwung zu verstärkter meridionaler Zirkulation einleitet (**Frenzel 1977**). Aus der Zusammenstellung von Daten zu Torfbildungsphasen rekonstruiert **Lamb (1977)** ebenfalls zeitweise feuchtere Bedingungen in der europäischen Mittelbronzezeit. Deutlich wird diese Klimaverschlechterung auch durch eine Periode verstärkter Sedimentakkumulation im Talsohlenbereich des Tiroler Inntales um 3500 BP (^{14}C) (**Patzelt 1987**).

In den Schweizer Alpen beschreibt **Renner (1982)** anhand dendroklimatologischer Untersuchungen eine etwa zweihundertjährige Kaltphase zwischen 3350 BP (^{14}C) und 3150 BP (^{14}C). Dieser abrupt eintretende Kälterückschlag belegt sehr niedrige Sommertemperaturen. Er liegt innerhalb der zeitlich umfassenderen Kaltphase von **Gamper & Suter (1982)** und korreliert mit einem niedrigen Verlauf der Waldgrenze (**Burga 1987**). Allerdings lassen die vorliegenden Klimazeugen vermuten, daß diese Klimaverschlechterung sich zeitlich nicht synchron einstellt oder eine bestimmte Schwankungsbreite zeigt. Teilweise liegen diese Probleme auch in einer mangelnden exakten Datierung begründet, bzw. reagieren gewisse Klimazeugen, wie Gletscherschwankungen (Löbber-Hochstand in den Ostalpen nach **Patzelt 1977: 249**), mit entsprechender Zeitverzögerung auf die klimatische Entwicklung. Feuchtere Bedingungen sind auch um 1500 BC (cal) in den Mooren Norddeutschlands nachgewiesen (**Moore 1991**). Im östlichen Mitteleuropa ist nur eine relativ kurze Phase feucht-kühler Verhältnisse in der Mittelbronzezeit nachgewiesen (**Jäger 1965**), die von der erneut trockenwarmen Periode der Urnenfelderzeit, einer klimatischen Optimumsphase, abgelöst wird. **Magny (1982: 34)** rekonstruiert recht trockene Phasen sowohl für die Frühbronzezeit (2200-1800 BC (cal)) als auch für die Urnenfelderzeit (1200-800 BC (cal)). Diese Abschnitte sind auch gekennzeichnet durch Besiedlungsphasen im Umkreis subalpiner Pfahlbauten, ebenso durch eine hohe Besiedlungsdichte im östlichen Mitteleuropa. Sie steht jeweils mit einer Vielzahl von Hinweisen auf die anthropogene Nutzung von Höhlen in Verbindung (**Bouzek 1982: 189**). Dazwischen liegt eine etwas feuchtere Phase. **Joos (1982: 50)** weist mittels der Seespiegelschwankungen in Seen der Schweiz ebenfalls trocken-warme Bedingungen um 2000 BC (cal) in der Frühbronzezeit und um 1000 BC (cal) in der Spätbronzezeit bzw. Urnenfelderzeit nach.

Die relativ trockenen klimatischen Bedingungen in der Urnenfelderzeit lassen sich europaweit - mit wenigen Ausnahmen - ebenfalls durch niedrige Seespiegel belegen (**Harrison, Saarse & Digerfeldt 1991: 163**). Eine frühbronzezeitliche Trockenphase ist demgegenüber nicht eindeutig nachgewiesen, **Gaillard (1985)** beschreibt im Gegensatz dazu eher trockene Verhältnisse in der Mittelbronzezeit. Ab etwa 3000 BP (^{14}C) nimmt **Gaillard (1985)** gleichfalls einen allgemeinen Anstieg der Seespiegelstände in Europa an. **Lamb (1982)** stellt zudem innerhalb der Urnenfelderzeit das Auftreten hygrischer Schwankungen fest.

Die Befunde aus den Alpen sind dazu nicht eindeutig in Beziehung zu setzen (**Gamper 1991, Veit 1993**). In den Schweizer Alpen setzt verstärkte Solifluktion bereits ab 3500 BP (^{14}C) ein, und wird bis um 2000 BP (^{14}C) nur von kurzen Stabilitäts- bzw. Bodenbildungsphasen unterbrochen, während in den Ostalpen eine gesteigerte solifluidale Morphodynamik lediglich um 3000 BP (^{14}C) zu bemerken ist.

Eine überregionale Aktivierung fluvialer Prozesse findet sich nach **Becker (1982: 108)** in der Zeit von 2000 bis 1800 BC (cal), dokumentiert in Überflutungen, Sedimentbewegungen und Baumstammablagerungen, wobei auch hier eine rein klimatische Interpretation der Befunde nicht möglich erscheint (**Becker 1982: 109**). **Starkel (1991a)** dokumentiert dagegen eine Phase höherer Hochfluthäufigkeiten für den Zeitraum von 3000 bis 2600 BP (^{14}C), diese liegt zum großen Teil noch in der Urnenfelderzeit, leitet aber bereits in die beginnende Eisenzeit über.

22 2 Vorgeschichtliche Bodenerosion - Stand der Forschung

Bei **Starkel (1985: 159)** finden sich dazu noch stark abweichende Daten. Hier wird eine Phase höherer fluvialer Aktivität in europäischen Flußtäälern erst in die Zeit 2800-2200 BP (^{14}C), also in die Eisenzeit, gelegt. **Starkel (1984)** beschreibt abrupte Klimaschwankungen (abrupt climatic change) für 2800-2400 BP (^{14}C). "By an abrupt climatic change, I understand a change in temperature or precipitation lasting either for one or two centuries or shorter, that is so important and continuous that it causes a disturbance or a change in the metastable equilibrium of the geo-eco-system." Zumindest zeitlich entspricht diese abrupte Klimaschwankung dem umstrittenen „Klimasturz“ von **Smolla (1954)**.

Vegetationsgeschichtlich liegt die Bronzezeit in der Pollenzone VIII (= Eichenmischwald-Buchenzeit mit dem Übergang in die Pollenzone IX (=Buchenzeit) am Ende der Urnenfelderzeit (vgl. **Firbas 1949**). Für Süddeutschland beschreibt **Küster (1995b: 41)** ab dem Subboreal die Buche als dominierenden Waldbaum; allerdings bleiben regionale Unterschiede offensichtlich.

Das gesamte Subboreal (5000 - 2500 BP (^{14}C) nach **Mangerud et al. 1974**) erweist sich *nicht nur* als ein trockener, eher kontinental gefärbter Abschnitt des Holozäns; hygrische Schwankungen unterschiedlicher Stärke und verschiedener Periodizität sind innerhalb dieses postglazialen Zeitabschnittes eindeutig nachgewiesen (**Magny 1982**).

In der mitteleuropäischen Bronzezeit zeigt das Klima wiederholt Oszillationen zwischen warm-trocken und kühl-feucht. Frühbronzezeit und Urnenfelderzeit treten als unterschiedlich starke warm-trockene Phasen in Erscheinung. Jeweils am Ende dieser warm-trockenen Phasen erfolgen ausgeprägte klimatische Ausschläge, in denen eine hohe kurzzeitige Variabilität der klimatischen Parameter feststellbar ist (Klimarückschläge um 3550 und 2750 BP (^{14}C) nach **Frenzel 1977**). Besonders der zweite Klimarückschlag (am Übergang zwischen Bronze- und Eisenzeit), unlängst erneut von **van Geel et al. (1996)** in den Niederlanden nachgewiesen, ist immer wieder diskutiert worden, da mit ihm oftmals der „Zusammenbruch“ der Urnenfelderkultur¹⁰ in Beziehung gesetzt wird (vgl. **Jäger & Lozek 1978b** und dazu die kritischen Anmerkungen von **Kossack 1995a**). Unter Berücksichtigung der Vorstellungen zur Allgemeinen Zirkulation sind diese Phasen gekennzeichnet von hoher Variabilität in Niederschlag und Temperatur. In diesen Zeitabschnitten scheint deshalb das Auftreten erosiv wirksamer Starkregenereignisse wahrscheinlicher zu sein als in anderen Zeiträumen (= Phase 3 um 3500 BP (^{14}C) und Phase 4 um 2700 BP (^{14}C), Tab. 3).

2.1.1.3 Klimatische Grundzüge in der mitteleuropäischen Eisenzeit

Die mitteleuropäische Eisenzeit untergliedert sich in Hallstattzeit (800-500 BC (cal)) und Latènezeit (500-15 BC (cal)) (**Rind 1997a**). Dabei zählt die Hallstattzeit zu jenen Perioden, in denen das ^{14}C -Alter trotz zunehmender Kalenderjahre nicht wächst (**Wagner 1995: 87**). ^{14}C -Datierungen können für diesen Zeitabschnitt deshalb teilweise nicht einmal für relative Datierungen herangezogen werden.

Über eine allgemeine, subatlantische Klimaverschlechterung zwischen 3000 und 2500 BP (^{14}C) (**Beug 1982**) hinaus ist die mitteleuropäische Eisenzeit vor allem durch hygrische Klimaschwankungen gekennzeichnet (**Willerding 1977**). Es wird von **Willerding (1977)** ein wiederholter Wechsel (Oszillationen) zwischen relativ kühlen Feucht- und relativ warmen Trockenphasen beschrieben, wobei die feuchteren Abschnitte von durchschnittlich längerer Dauer sind. Auch **Lamb (1977, 1982)** nimmt eine relativ starke Abkühlung in diesem Zeitraum an, wobei er um 500 BC (cal) aufgrund einer neuerlichen Abkühlung in den höheren Breiten einen verstärkten thermischen Nord-Süd-Gradienten rekonstruiert; intensivierete Zirkulation, erhöhte Wahrscheinlichkeit von Kälteeinbrüchen sowohl im Sommer als auch im Winter werden in diesem Zusammenhang genannt, das nordatlantische Tiefdruckgebiet nimmt zu

¹⁰ „Klimasturz“ nach **Smolla (1954)**.

dieser Zeit eine östlichere Lage als heute ein (Lamb 1977: 382). Der hervorgehobene hygrische Charakter der klimatischen Schwankungen bestätigt sich auch durch Untersuchungen an Binnenwasserkalken (Jäger 1965). Für das östliche Mitteleuropa kann Bouzek (1982) diese subatlantische Klimaverschlechterung mit siedlungsarchäologischen Befunden, einem starken Bevölkerungsrückgang in der Frühlatènezeit, korrelieren. Er spricht in diesem Zusammenhang auch von einem bestimmenden Einfluß des Klimas auf die Siedlungsentwicklung. Über hygrische Schwankungen hinaus lassen sich gewisse negative thermische Abweichungen in der Eisenzeit ebenfalls durch die Analyse von Tiefseesedimenten nachweisen (vgl. Kellog 1984).

Die Seespiegelstände mitteleuropäischer Seen belegen zunehmend humidere Verhältnisse am Übergang von der Bronze- zur Eisenzeit (Joos 1982, Gaillard 1985, Harrison, Saarse & Digerfeldt 1991). Magny (1993) weist außergewöhnliche Hochstände (Bourget-Phase) zwischen 3000 und 2000 BP (^{14}C) nach, die immer wieder von kleineren „Trockenphasen“ unterbrochen werden. Dies steht in Übereinstimmung mit anderen Befunden aus den Schweizer Alpen. Hier stellt Gamper (1991) bereits ab 3500 BP (^{14}C) eine verstärkte Solifluktionstätigkeit fest, die bis 2000 BP (^{14}C) lediglich von verhältnismäßig kurzen, schwach ausgeprägten Bodenbildungsphasen unterbrochen wird; ebenfalls ist zu Beginn der Eisenzeit eine deutliche Absenkung der Waldgrenze feststellbar (Burga 1987), wobei dies wahrscheinlich nicht mehr ausschließlich in klimatischen Zusammenhängen gedeutet werden kann, sondern bereits mit anthropogener Nutzung in Beziehung steht. Auch in den Ostalpen sind Gletschervorstöße belegt (ältere subatlantische Hochstände, Göschener Kaltphase I) (Patzelt 1977), während Nachweise für verstärkte Solifluktionsprozesse nur etwas zeitversetzt anzutreffen sind. Dendroklimatologisch lassen sich Renner (1982) zufolge Temperaturschwankungen in der älteren Eisenzeit nachweisen, während es anhand dieser Erkenntnisse in der jüngeren Eisenzeit keine Hinweise auf ausgeprägte thermische Klimaschwankungen gibt.

Unklar erscheinen dagegen die Befunde zur fluvialen Geomorphodynamik in der Eisenzeit. Starkel (1991a: 244) beschreibt synchrone Phasen erhöhter Morphodynamik etwa am Beginn und am Ende der Eisenzeit, während Becker (1982: 113) erst nach der Eisenzeit (1-200 AD) einen ersten Höhepunkt des subatlantischen Sedimentationsgeschehens süddeutscher Flüsse nachweisen kann, die mit hohen Schotter- und Baumstammakkumulationen gekoppelt sind. Allerdings sind diese Veränderungen in der Dynamik der Flüsse eindeutig mit der römischen Besiedlungsphase zu korrelieren (Becker 1982: 111). Eine klimatische Interpretation dieser eisenzeitlichen fluvialen Aktivitätsphasen im Sinne Starkels (1991a) scheint ebenfalls nicht gewährleistet. Unterstützt werden diese Ansichten auch durch vegetationskundliche Untersuchungen. Küster (1995b: 42) nimmt für den Beginn des Subatlantikums¹¹ eine ausgeprägte Rodungsphase an, die in Südbayern vorwiegend in Zusammenhang mit der römischen Besiedlung zu bringen sei. Damit verbunden ist ein deutlicher Rückgang der Buche. Die Entstehung weiterer und schon früher entstandener Waldtypen erfolgt weitgehend unter dem anthropogenen Einfluß, so die Ausbreitung der Fichte bereits in prähistorischer Zeit (Küster 1995b: 52).

Das Klima der mitteleuropäischen Eisenzeit ist vorwiegend durch hygrische Schwankungen charakterisiert. Problematisch ist dabei die genaue Datierung klimatischer Schwankungen in der älteren Eisenzeit, da hier keine verlässlichen ^{14}C -Daten vorliegen. Aussagen zur Variabilität und Intensität der Niederschläge sind demnach nur unter Vorbehalt zu bewerten. Sinnvoll mag dies unter Berücksichtigung der Zirkulationsmuster von Lamb (1977, 1982) für die Zeit um 500 BC (cal) sein, was in etwa dem Übergang zwischen Hallstatt- und Latènezeit entspricht.

¹¹ Zone IX (=Buchenzzeit) nach Firbas (1949).

2.1.1.4 Zusammenfassende Anmerkungen zu den klimatischen Grundzügen des Holozäns und ihren möglichen Auswirkungen auf die Bodenerosion

Eine genaue Betrachtung der holozänen Klimageschichte im mitteleuropäischen Raum zeigt - trotz der genannten Vorbehalte und Unsicherheiten - durch den Vergleich unterschiedlicher Klimazeugen sowie die Analyse modellhafter Überlegungen recht eindeutig, daß Phasen mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit des Auftretens erosiv wirksamer Starkregenereignisse in Mitteleuropa im gesamten Holozän *immer wieder* möglich sind. Bei der Betrachtung von Starkregenereignissen bleibt dabei zu berücksichtigen, daß die morphodynamisch wirksamen Niederschläge eine viel höhere jährliche Variationsbreite als der Gesamtniederschlag haben (vgl. **Schwertmann et al. 1987: 15**). Die „Aktivitätsphasen“ sind wahrscheinlicher in Zeiten holozäner Klimaschwankungen. Es ist demzufolge *nicht* davon auszugehen, daß jene klimatischen Parameter (vorwiegend Starkregenereignisse in entsprechender Häufung und zu bestimmten Jahreszeiten), die verstärkt zu einer Zerrung bzw. Zerschichtung des Reliefs führen können, nur an zeitlich knapp begrenzte Phasen im Mittelalter oder der Neuzeit gebunden sein sollen, wie **Bork (1989)** ausführt. Ob diese vorgeschichtlichen Starkregenereignisse wirklich zu entsprechenden Erosions- und Akkumulationsformen geführt haben, damit morphodynamisch wirksam waren und die entsprechenden Schwellenwerte der Stabilität einer Landschaft überschritten wurden, ist allerdings nur unter der Einbeziehung jener Faktoren zu klären, die in ihrer Gesamtheit und Kombination für das Auftreten der Bodenerosion verantwortlich sind. Eine Häufung von Starkregenereignissen alleine, ohne entsprechende anthropogene Eingriffe, bleibt in den vorgeschichtlich besiedelten Teilen Mitteleuropas unter der vorhandenen geschlossenen Waldbedeckung ohne morphodynamische Wirksamkeit. Für die gesamten vorgeschichtlichen Epochen ist natürlicherweise eine entsprechend dichte Bewaldung anzunehmen - abgesehen von Gebieten mit möglicherweise leicht aufgelockerten Waldbeständen in den Lößregionen (vgl. **Küster 1995a, 1995b**). Ausdrücklich nicht ausgeschlossen ist damit die Bildung von Erosionsformen unter Wald. Diese sind jedoch nachweislich gebunden an anthropogene Eingriffe oberhalb entsprechender Waldbereiche (vgl. u.a. **Molde 1991, Bauer 1993**).

Die exakte zeitliche Einordnung sowie die Dauer dieser Aktivitätsphasen ist bei genauer Auswertung der Daten mit großen Ungenauigkeiten versehen. Dies gilt besonders dann, wenn der Versuch unternommen wird, diese Phasen mit den entsprechenden vorgeschichtlichen Epochen bzw. deren Wandel zu korrelieren. Darüber hinaus sind räumliche Differenzierungen dieser abrupt auftretenden singulären witterungsklimatischen Extremereignisse in einem stärkeren Maße notwendig, als sie hier vorgestellt werden können. Genaue Modelle für die holozänen Zirkulationsmuster sind dazu notwendig (vgl. **Magny 1993**). Die regionalen Klimaveränderungen stellen dabei eine komplexe Reaktion dar auf Veränderungen in den globalen Kontrollgrößen wie Sonneneinstrahlung, Vergletscherung, Zusammensetzung der Atmosphäre und Meeresoberflächentemperaturen (**Harrison, Prentice & Bartlein 1991: 285**). Paläoklimatische Daten und Zirkulationsmodelle müssen in diesem Zusammenhang gegeneinander abgeglichen werden. Dabei ist umstritten, inwieweit sich Allgemeine Zirkulationsmodelle (CGMs) für die Rekonstruktion holozäner Klimate eignen, da sie die kleinen Schwankungen und Oszillationen - die gerade im hier betrachteten Maßstab bedeutungsvoll sind - nicht ausreichend erfassen können (**Magny 1993**). Sinnvoller scheinen hier historische Modelle zu sein, wie sie u.a. für die Kleine Eiszeit (LIA) und die darauffolgende Erwärmung erarbeitet wurden (vgl. **Pfister 1988**).

Allerdings können anomale Witterungsereignisse zusätzlich singuläre oder extreme Vorgänge darstellen, die sich *nicht* aus dem allgemeinen Klimageschehen ableiten lassen (**Hahn 1992: 9**, unter Hinweis auf **Flohn 1986**).

Diese holozänen Perioden einer höheren Wahrscheinlichkeit für das Auftreten erosiver Niederschläge (vgl. Tab. 3) können aus den genannten Gründen nur als eine Annäherung gedacht sein. Am besten abgesichert scheinen dabei die Phasen um 5000 BP (^{14}C) (= Phase 2, Tab. 3) und um 2700 BP (^{14}C) (= Phase 4, Tab. 3). Für diese zeitlichen Abschnitte können die besten Übereinstimmungen verschiedener klimatischer Parameter festgestellt werden. Sie weisen in ihrer Gesamtheit auf klimatische Veränderungen hin, die mit Umstellungen der jeweiligen Zirkulationsmuster verbunden sind. Damit ist eine gewisse Labilität der klimatischen Verhältnisse erkennbar. Diese Labilität läßt das Auftreten hygrischer Extremereignisse wahrscheinlicher werden. Weniger abgesichert sind die Phasen um 6000 BP (^{14}C) (wenige eindeutig übereinstimmende Befunde, Phase 1, Tab. 3) und um 3500 BP (^{14}C) (teilweise widersprüchliche Befunde, Phase 3, Tab. 3). Es finden sich auch klare Hinweise auf klimatische Veränderungen in der mitteleuropäischen Eisenzeit, die in ihrer Gesamtheit von einer Klimaverschlechterung im Vergleich zur Urnenfelderzeit gezeichnet ist. Allerdings sind die ^{14}C -Daten für die Hallstattzeit kaum interpretierbar (vgl. **Wagner 1995**) und ergeben ein insgesamt recht diffuses Bild. Bei der Ausweisung einer entsprechenden eisenzeitlichen Aktivitätsphase ist versucht worden, diese Unsicherheiten soweit als möglich zu berücksichtigen (Phase 5, Tab. 3).

2.1.2 Die Bedeutung der Bodeneigenschaften für den vorgeschichtlichen Ackerbau und die vorgeschichtliche Bodenerosion

Böden unterscheiden sich in ihrer Erosionsgefährdung (**Schwertmann et al. 1987: 19**). Das Ausmaß der Bodenerosion wird von den Bodeneigenschaften in vielfältiger Weise beeinflusst (**Auerswald 1993: 189**). Die Resistenz der Böden gegenüber der Energieeinwirkung des aufprallenden Regentropfens und des Oberflächenabflusses wird als Erodibilität bzw. Erodierbarkeit des Bodens bezeichnet (**Pécsi & Richter 1996: 272**).

Wichtige Eigenschaften der Böden, die sich langfristig wenig verändern und die die Erosionsgefährdung charakterisieren, stellen der Gehalt (%) an der Korngröße 0,002-0,1mm (Schluff- und Feinstsand), der Gehalt (%) an der Korngröße 0,1mm (Sand abzüglich Feinstsand), der Gehalt (%) an organischer Substanz, die Aggregatklasse und die Durchlässigkeits- bzw. Permeabilitätsklasse dar. Diese Bodeneigenschaften werden in der ABAG zum K-Faktor verrechnet (**Schwertmann et al. 1981: 12**). Mit Ausnahme der Permeabilitätsklasse, die sich auf das gesamte Bodenprofil (bis ca. 80cm Tiefe) bezieht, sind bei den restlichen Parametern lediglich die Werte der Ackerkrume (Ap-Horizont) von Bedeutung.

Ohne auf die quantitativen Beziehungen und genauen Bewertungen dieser Parameter einzugehen, gilt die übergeordnete Feststellung, daß ein Boden um so erosionsanfälliger ist, je höher der Schluff- plus Feinstsandgehalt, je geringer der Tongehalt (vgl. **Hjulström 1935¹²**), je gröber die Aggregate und je geringer die Wasserdurchlässigkeit ist (**Schwertmann et al. 1987: 22**). Schluffe und Feinstsande sind am ehesten erodierbar, da sie neben ihrer relativ geringen Korngröße auch eine geringe Neigung zur Aggregierung haben (**Pécsi & Richter 1996: 272**). Zusätzlich modifizierend kann eine Steinbedeckung wirken: Sie setzt die kinetische Energie der Regentropfen stark herab und kompensiert zumindest teilweise die geringe Bodenaggregatstabilität im Ackerboden (**Imeson & Jungerius 1974: 274**). Vegetation (auf Ackerflächen die Anbaufrucht) und Bodeneigenschaften stehen in Wechselwirkung. Durch hohen Ertrag wird über den Bedeckungsgrad (= vor der Abtragung geschützte Fläche), die Bedeckungsgeschwindigkeit (= Zeit, in der erosive Niederschläge wirksam werden können) und die Zufuhr an organischer Substanz (= Förderung der biologischen Aktivität und Erreichen einer höheren Aggregatstabilität) die Erodierbarkeit des Bodens gesteuert (vgl. **Trimble**

¹² Zitiert in **Ahnert (1996)**.

1990). Darüber hinaus hat der Boden einen wichtigen Einfluß auf das Erosionsrisiko der Bodennutzung.

Auerswald (1993: 189-191) stellt eine Differenzierung abtragungsteuernder Bodeneigenschaften in Abhängigkeit vom räumlichen und zeitlichen Maßstab fest. Im hier relevanten *Landschaftsmaßstab* beeinflussen die Böden demnach kaum das Erosionsrisiko. Allerdings beruht diese Feststellung darauf, daß leicht erodierbare Böden, zu denen die Lössböden gehören, meist tiefgründiger sind als weniger erodierbare Böden: Deshalb wird ihnen eine höhere Toleranzgrenze zugeschrieben. Als Konsequenz daraus kompensieren sich Erodierbarkeit und Toleranzgrenze, ein Vorgehen, daß in den raum-zeitlichen Maßstäben vorgeschichtlicher Bodenerosion nicht angewandt werden kann und nichts über die langfristige ökologische Bedeutung der Abtragung aussagt. Im *Feldmaßstab* ist die nutzbare Feldkapazität von ähnlicher Bedeutung wie die organische Substanz; im *Aggregatsmaßstab* zeigt sich die Wichtigkeit der Bodenfeuchtigkeit insofern, als mit zunehmender Feuchte und zunehmender Zeit seit der Bodenbearbeitung der Bodenabtrag sinkt, da die Aggregate in geringerem Maße durch Niederschlag zerstört werden.

Bei Überlegungen zur Erodierbarkeit der Böden in vorgeschichtlicher Zeit ist m.E. einigen Inhalten besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Durch die Bodenerosion entsteht im Laufe der Kulturlandschaftsentwicklung aus einem bodenkundlich sehr homogenen Areal von Parabraunerden ein Mosaik verschiedener Erosionsstadien der Parabraunerden (**Semmel 1984, Wagner 1991**). Dies bedeutet, daß - im Gegensatz zur heutigen Situation - vor der ersten ackerbaulichen Nutzung die Erodierbarkeit der Böden in großen Zügen reliefunabhängig ist. Diese Annahme gilt jedoch nur dann, wenn von Parabraunerden als flächenmäßig dominierenden Bodentypen ausgegangen werden kann. Differenziert wird dies durch das Vorkommen von Schwarzerden (Tschernoseme) und deren ackerbauliche Nutzung in den mitteleuropäischen Bördenlandschaften. Schwarzerden haben aufgrund ihres höheren Gehaltes an organischer Substanz, der sich zu Beginn der ackerbaulichen Nutzung auch in den Ackerhorizonten auswirkt, und den aggregatstabilisierenden Carbonatanteilen eine geringere interne Erosionsdisposition als Parabraunerden (vgl. Tab. 4). Allerdings geht die stabilisierende Disposition im Löss durch ackerbauliche Nutzung in kurzer Zeit verloren.

Aus ackerbaulicher Sicht vorgeschichtlicher, insbesondere neolithischer Kulturen wird mit der Nutzung dieser beiden Bodentypen darüber hinaus ein wesentlicher Unterschied bedeutsam: Unabhängig von der Ertragsfähigkeit der Böden stellen die dichten und tonigen Bt-Horizonte der Parabraunerden für die frühesten Bauern eine technische Bearbeitungsgrenze dar. Diese texturbedingte Grenze tritt bei den Schwarzerden nicht auf.

Mit dieser Feststellung sind folgende Fragestellungen zu verknüpfen: Welche Böden werden in vorgeschichtlichen Kulturen primär genutzt, d.h. in welchem natürlichen Rahmen finden sich Siedlungen und Äcker? Dürfen die heute an diesen ehemaligen Siedlungsplätzen auftretenden Böden gleichfalls Maßstab für die Böden im Neolithikum, der Bronzezeit und der Eisenzeit sein? Welche Erodierbarkeit weisen die vorgeschichtlichen Ackerböden auf?

Bodengeographische Bedingungen spielen bei vorgeschichtlichen Landnahmen eine bedeutende Rolle (**Meyer 1977, Semmel 1984**); die Wohnplätze der frühesten Kulturen sind außerdem stets an Fluß- und Bachläufe gebunden (**Modderman 1982, Kossack 1995b**). Die Prinzipien bei der Wahl der Siedlungs- und Wirtschaftsräume bleiben über lange Zeiträume erhalten; Siedlungskammern werden zwar in teilweise ungünstige Nachbarräume ausgedehnt, ihr Kern bleibt jedoch persistent (**Kossack 1978, 1995b**).

Die Beziehungen zwischen dem vorgeschichtlichen Menschen und seiner bodengeographischen Umwelt sind besonders intensiv in den mitteldeutschen Bördenlandschaften untersucht worden (u.a. **Rohdenburg et al. 1962, Scheffer & Meyer 1963, 1964, Mückenhausen 1966, Sielmann 1971, Linke 1976, 1977, Sabel 1982, 1983, Schlich 1988, Thiemeyer 1989a**). In diesen Arbeiten steht zumeist das Verhältnis der frühesten neolithischen Siedler zu den bodengeographischen Bedingungen im Vordergrund.

Linke (1977) stellt eine Übereinstimmung zwischen der Lößverbreitung (ackerbaulich gut nutzbare Lößböden) und den frühesten linienbandkeramischen Siedlungsräumen fest. Standortbestimmende Faktoren stellen neben der Lößverbreitung ein schwach geneigtes Relief und eine relative Nähe zum nächsten Wasservorkommen dar. Auffällig ist die bevorzugte Lage der Siedlungen in den Übergangsbereichen von einem Bodentyp zum anderen. Etwas abweichend davon befinden sich nach **Sielmann (1971: 237)** die frühesten Siedlungen zwar in der Nähe von Lößstandorten, liegen jedoch bevorzugt am Rand bodenfeuchter „Nicht-Lößsubstrate“. **Saile (1997)** schlüsselt die Beziehungen zwischen Naturraum (Siedlungsumfeld)¹³ und vorgeschichtlichen Kulturen in der nördlichen Wetterau auf. Für Böhmen spricht **Rulf (1982: 257)** in bezug auf die altneolithischen Kulturen zwar von einer gewissen Bindung der Besiedlung und der Landnutzung an die Lößsubstrate, wendet sich aber gegen „das strenge Gesetz der Lößböden.“ Bei der Untersuchung der Standortfaktoren leitet **Linke (1976)** seine Aussagen zur Siedlungslage und zum unmittelbaren, ackerbaulich genutzten Siedlungsumfeld aus der Reichsbodenschätzung in Verbindung mit geologischen Karten ab. Diese Methodik kritisiert **Sabel (1982)**, da die heutigen, aus der Reichsbodenschätzung abgeleiteten Grenzen zwischen den Bodentypen nicht auf die Grenzen der Bodentypen im Neolithikum, und damit auf die Ausgangssituation für die frühesten Bauern übertragen werden können. Von besonderem Interesse ist deshalb die Integration „zeitabhängiger Fluktuationen der Bodennutzungsqualität mit fortschreitender Bodenentwicklung“ (**Scheffer & Meyer 1963: 11**), die nach **Sabel (1982)** bei **Linke (1976, 1977)** nicht die entsprechende Beachtung erfährt. So mag der Eindruck entstehen, daß im Neolithikum die Besiedlung auf geringer nutzbaren Böden eingesetzt hat. Ursprünglich werden gerade die gut drainierten Reliefpositionen mit gut entwickelten Schwarzerden für die Erstbesiedlung herangezogen; diese Schwarzerden unterliegen jedoch einer verstärkten Degradation, da hier der vertikale und laterale Wasserabzug und damit das Kalkdefizit am höchsten ist (**Sabel 1982: 84**). **Sabel (1983: 165)** weist gleichfalls darauf hin, daß im Gebiet der alten Bundesländer in der Linienbandkeramik keine waldfreien Landschaften vorgefunden werden; auch die Schwarzerdebildung hat unter einer - möglicherweise etwas offeneren - Waldbedeckung stattgefunden. **Küster (1995a)** hält es für möglich, daß in den Lößlandschaften lichtere, aufgelockere Bereiche auftreten, eine Steppenheide im Sinne Gradmanns lehnt er jedoch ab.

Thiemeyer (1989a: 37) kann belegen, daß der Bodentypenwandel von der Schwarzerde zur Parabraunerde erst nach der neolithischen Besiedlung stattgefunden hat. **Schalich (1988: 28)** datiert den Bodentypenwandel zu einer verbrauchten Schwarzerde gegen das Ende der Jungsteinzeit und die Entstehung einer Schwarzerde-Parabraunerde in die Bronzezeit. Nach **Scheffer & Meyer (1964)** findet die neolithische Besiedlung auf den Lößbrücken niedersächsischer Lößgebiete Feuchtschwarzerden vor, deren A-Horizonte bereits entkalkt sind.

Für die neolithischen Besiedlungsphasen ist in weiten Teilen der mitteleuropäischen Lößgebiete mit einem Vorkommen von Schwarzerden zu rechnen. Ab der Bronzezeit kann aber von einer großflächigen Parabraunerdeverbreitung ausgegangen werden. Schwarzerden werden degradiert (Griserde) und zur Parabraunerde weiterentwickelt. An seit dem Neolithikum anthropogen genutzten Standorten wird dieser Prozeß verzögert. Eine Umwandlung der Schwarzerden in Parabraunerden wird dort verhindert, wo hydromorphe Bedingungen eine Kalkabfuhr verhindern (**Sabel 1982: 84**, **Scheffer & Schachtschabel 1992: 413**). Entsprechend stellen diese Schwarzerden reliktsche Böden dar. Parabraunerden sind die wichtigsten Ackerböden der Bronze- und Eisenzeit. Unabhängig von der erosionsdifferenzierenden Ausbildung des Bodentyps sind es übergeordnet die allgemeinen bodenphysikalischen Eigenschaften der Lößböden, die für die vorgeschichtlichen Bodenerosionsprozesse entscheidend sind.

Aufgrund ihres hohen Schluffgehaltes weisen Lößböden eine hohe Erodierbarkeit auf und stellen im Hinblick auf die Bodenerosion hoch empfindliche Böden dar (vgl. u.a. **Butzer 1974**). Die Abtragungswiderständigkeit des unverwitterten Lösses ist dagegen durch sein großes Porenvolumen, die hohe Infiltrationskapazität bzw. Durchlässigkeit¹⁴ und die ablagerungsbedingte vertikale Strukturierung relativ hoch, wie die Standfestigkeit von Hohlwegen in Lößgebieten eindrücklich belegt (**Pécsi & Richter 1996**). In den Lößböden wird, **Pécsi & Richter (1996)** folgend, die originäre Struktur der Lössen an der Bodenoberfläche durch Bodenbildungsprozesse (Decarbonatisierung und Tonverlagerung führen zu einem Verlust der Aggregatstabilität, Verbraunung und Verlehmung reduzieren die Infiltrationskapazität), biogene Durchmischung und ackerbauliche Bearbeitung ge-

¹³ Site-catchment-analysis.

¹⁴ Vgl. die Angaben zu den Durchlässigkeitswerten von Löß bei **Semmel (1990: 16)**.

28 2 Vorgeschichtliche Bodenerosion - Stand der Forschung

und letzten Endes zerstört. Dies bedeutet, daß Lößböden in einem hohen Maße erodierbar sind, wenn sie unter ackerbauliche Bedingungen geraten.

Auf mäßige Regenfälle mit kleinen bis mittleren Tropfengrößen reagieren Lößböden in der Regel nur dann, wenn eine Wassersättigung des Bodens und eine Verschlammung der Grobporen durch vorangegangene Niederschläge bewirkt wurden (Pécsi & Richter 1996). Allerdings weist Auerswald (1993: 191) darauf hin, daß die Bodenfeuchte vor einem erosiven Regen nur dann ein Maß für die Erosionsdisposition darstellt, wenn vorher kein erosiver Regen auf eine trockene Oberfläche gefallen ist. Die Bodenfeuchte kann durchaus unterschiedliche Konsequenzen auf die ablaufenden Bodenerosionsereignisse haben.

Schwarzerde		Parabraunerde	
Profilaufbau (Horizonte)	Erodierbarkeit	Profilaufbau (Horizonte)	Erodierbarkeit
Ah	gering , bedingt durch hohe Aggregatstabilität aufgrund der organischen Substanz, (Anteil der org. Substanz bis 5% und mehr), große Mächtigkeit (bis 50cm) des Horizontes.	Ah	gering aufgrund der Aggregatstabilität durch organische Substanz, aber kaum bedeutsam für Bodenerosion, da sehr geringmächtig ausgebildet (< 5cm) und bei ackerbaulicher Nutzung augenblicklich in den Bearbeitungshorizont übergehend.
		Al	hoch , hohe Schluffgehalte, Verlust der Aggregatstabilität, sehr geringe Gehalte an organischer Substanz.
		Bt	geringer als der Al-Horizont, da höherer Tongehalt und Aggregatbildung.
Cv	gering , solange die stabilisierende Wirkung der Carbonate erhalten bleibt, hohes Infiltrationsvermögen, großes Porenvolumen, bodenerosionshemmende Eigenschaften gehen durch ackerbauliche Nutzung in kurzer Zeit verloren.	Cv	gering , solange stabilisierende Wirkung der Carbonate erhalten bleibt, hohes Infiltrationsvermögen, großes Porenvolumen, bodenerosionshemmende Eigenschaften gehen durch ackerbauliche Nutzung jedoch in kurzer Zeit verloren.

Tab. 4: Schwarzerden und Parabraunerden - Vergleich ihrer Erodierbarkeit.

Vorgeschichtliche Ackerflächen werden bevorzugt auf Lößböden angelegt, da die Lößlandschaften wegen der fruchtbaren Böden als früheste Siedlungsräume genutzt werden. Aufgrund ihrer bodenphysikalischen Eigenschaften sind die Lößböden (vorwiegend Parabraunerden, teilweise Schwarzerden) in einem hohen Maße erodierbar. Unterschiede in der Erodierbarkeit zwischen Schwarzerden und Parabraunerden sind regional nur im Neolithikum von größerer Bedeutung. Im zeitlichen Ablauf der Pedogenese treten, räumlich differenziert, Übergangsbodentypen auf (Parabraunerde-Schwarzerde, Schwarzerde-Parabraunerde). In der Bronze- und Eisenzeit ist flächenhaft von einer starken Erodierbarkeit der vorgeschichtlichen Ackerböden auszugehen. Die Ausweitung der Siedlungsräume über die Grenzen der Lößlandschaften hinaus führt zur Nutzung anderer Böden mit lokal unterschiedlicher, vom jeweiligen Substrat abhängiger Erodierbarkeit. Da jedoch die Lößgebiete über alle Epochen hinweg die am intensivsten genutzten Kernräume vorgeschichtlicher Besiedlung bleiben, kann sich diese Darstellung zur Erodibilität auf diese Böden beschränken, auch wenn in Gebieten mit geringerer Lößbedeckung bzw. am Rande der Lößlandschaften Übergänge zu anderen Bodentypen teilweise recht kleinräumig auftreten (vgl. Bibus 1989).

2.1.3 Das natürliche Relief als Grundlage und anthropogenetische Reliefveränderungen als Konsequenz vorgeschichtlichen Ackerbaus

Neben Niederschlägen und Bodeneigenschaften üben auch die Reliefelemente einen wichtigen Einfluß auf Ausprägung und Ausmaß der Bodenerosion aus. Der Bodenabtrag einer geneigten Fläche nimmt mit zunehmender Neigung und Hanglänge zu. Je steiler ein Hang ist, desto früher erfolgt oberflächlicher Abfluß und desto schneller fließt Wasser hangabwärts (**Schwertmann et al. 1987: 29**).

Es bleibt zu berücksichtigen, daß sich der für die Bodenerosion zur Verfügung stehende Hang aus den Komponenten Hanglänge und Hangneigung zusammensetzt. Die Hangneigung ist dabei der natürlichen Erosionsdisposition zuzurechnen, während die - für Bodenerosion wirksame - Hanglänge (= erosive Hanglänge) eine Funktion der menschlichen Wirtschaftsweisen darstellt, da sie von der Größe der Ackerflächen bestimmt wird.

Im Rahmen der ABAG bestimmt die Hangneigung (S-Faktor) im wesentlichen die natürliche Erosionsdisposition (**Auerswald 1993**). Die erosive Hanglänge ist kürzer als die Gesamtlänge eines Hanges. „Sie ist die Länge zwischen der Stelle am Hang, wo im Mittel der Ereignisse der Oberflächenabfluß einsetzt und der Stelle, wo am Unterhang die Ablagerung von Bodenmaterial (Sedimentation) beginnt, oder wo das Wasser in einen Vorfluter eintritt“ (**Schwertmann et al. 1987: 29**). Differenzierend hinzu kommt, daß Hänge oftmals nicht gleichmäßig geneigt sind, sondern konvexe und konkave Abschnitte aufweisen können. **Govers (1991)** betont, daß der Effekt, den der Hang auf die Bodenerosion ausübt, mit größerer Oberfläche zunimmt und unterstreicht die wichtige Rolle, die Hangelemente auf die Bildung des Abflusses ausüben.

Im Rahmen vorgeschichtlicher Bodenerosion ist dabei nach den reliefbedingten Ausgangsbedingungen einer frühen ackerbaulichen Nutzung zu fragen. Dazu ist es notwendig, die Grundzüge des periglazial geformten Reliefs darzustellen und die daraus resultierenden Konsequenzen für die Landnutzung abzuleiten (vgl. **Bibus 1989**). Die heute in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft anzutreffenden Reliefformen und -verhältnisse entsprechen, bedingt durch die quasinatürliche Formung in den letzten 7000 Jahren, *nicht* mehr den natürlichen Bedingungen.

Wie kann die Entwicklung der Reliefformen in Lößlandschaften beschrieben werden? Welche Formen treten auf? Wie sind diese Formen durch ackerbauliche Nutzung verändert worden und wie wirkt sich im Gegenzug diese Veränderung auf die ackerbauliche Nutzung aus? Welche Konsequenzen lassen sich daraus für die Bodenerosion ableiten?

Lösse lagern sich in Abhängigkeit vom jeweiligen präexistenten Relief ab. Hohlformen werden von mächtigen Lößdecken bekleidet, während Vollformen meist nur geringmächtig von Löß überdeckt werden. Diese Beobachtungen lassen sich ebenfalls aus Modellversuchen ableiten (**Goossens 1997**). Die schluffdominierten Lösse sedimentieren dabei vorzugsweise in Räumen mit Abbremsung des Windfeldes, d.h. im Luv, und verstärkt im Lee von Erhebungen oder auf Flächen dichter Vegetationsbedeckung (**Pécsi & Richter 1996: 282**). Periglaziale Abtragungsprozesse (Solifluktion, Abspülung, Ablation) führen zu einer weiteren Differenzierung der Mächtigkeit der Lößsubstrate. Die allmähliche Kompaktierung der Lösse, ihre senkrecht verlaufenden Grobporen und die hohe Infiltrationskapazität führen schließlich zu einer Stabilisierung der Lößdecken, die durch Sickerwasserstau an Entkalkungsgrenzen und Quellaustritten eher zu Massenbewegungen als zu Oberflächenabfluß neigen (**Pécsi & Richter 1996: 282**).

Der kennzeichnende Zug in der Gliederung der Lößlandschaften ist die Differenzierung der Kuppen, Hänge und Terrassen durch Dellen und Trockentäler. Diese Formen belegen die bedeutenden kaltzeitlichen Materialumlagerungen. Charakteristisch für sie ist ihr asymmetrischer Querschnitt, wobei unterschiedliche Theorien zur Entstehung dieser Talasymmetrien genannt werden (vgl. **Weise 1983: 118**). Letztlich ist ihre Entstehung ableitbar aus einem Wirkungs-

gefüge, das die Ablagerung von Löß sowie die expositionsbedingte Ausprägung solifluidaler Prozesse mit einschließt und möglicherweise durch fluviale Prozesse modifiziert wird.

Nach **Karrasch (1970)** sind thermische Unterschiede an gegenüberliegenden Hängen eine bedeutende Ursache für die Ausprägung der Talasymmetrie. Süd- und westexponierte Hänge tauen schneller auf. Als Folge davon setzt an diesen Hängen eine bedeutendere Solifluktion ein, die auf Dauer zur Hangverflachung beiträgt (primäre Talasymmetrie nach **Poser & Müller 1951**)¹⁵. Durch Seitenerosion kann diese Talasymmetrie jedoch umgekehrt werden (sekundäre Talasymmetrie nach **Poser & Müller 1951**)¹⁶. Allerdings vertritt **Semmel (1968: 103)** die Ansicht, daß bei der Bildung von Dellen Solifluktion gegenüber Abspülungsprozessen zurücktritt.

In den Lößlandschaften West- und Mitteleuropas werden die Hänge in der letzten Kaltzeit durch äolische Deposition, Kryoplanation und die Umlagerung von Lockersedimenten vornehmlich über Dellen geprägt. Zu Beginn des Holozäns sind die Reliefunterschiede in den Lößlandschaften *größer als heute* (vgl. **Semmel 1968: 106**).

Die folgende, im Spätglazial einsetzende, bis zum Beginn der agrarischen Nutzung andauernde, ubiquitäre Bewaldung führt zu weitgehender Formungsruhe und zur Konservierung des kaltzeitlichen Reliefs (**Pécsi & Richter 1996**).

Die agrarische Nutzung der Lößlandschaften verändert die Oberflächenformen. Schluchten und Dellen in der Kulturlandschaft sind dabei gegeneinander austauschbare Formen mit gegenseitigen Entwicklungstendenzen (**Richter & Pécsi 1996**). Runsen und Schluchten bleiben allerdings überwiegend nur unter Wald erhalten, unter ackerbaulicher Nutzung werden diese linearen Erosionsformen später erneut mit mächtigen kolluvialen Sedimenten verfüllt, so daß sich etwas schwächer reliefierte Dellen (Kulturdellen) bilden können (vgl. Abb. 1).

Bei der Bildung von Dellen herrscht eine Konvergenz zwischen der natürlichen und der quasinatürlichen Reliefbildung (vgl. u.a. **Semmel 1968, Thiemeyer 1988**). „In der sich entwickelnden Kulturlandschaft kam es durch Katastrophenregen oder durch Auflassung von Kulturlächen zur Schluchtenbildung, insgesamt aber *dominierte* die flächenhafte Abtragung der Bodenprofile durch eine Vielzahl kleiner bis mäßiger Abtragungsfälle, die über das ganze Jahr verteilt sind“ (**Pécsi & Richter 1996: 313**). Der quasinatürliche holozäne Formungsstil entspricht damit in wesentlichen Zügen dem kaltzeitlichen.

Barsch & Wimmer (1988) können zusätzlich belegen, daß Subrosionserscheinungen bei der holozänen Formengestaltung ebenfalls bedeutsam sein können. Die Subrosion kann verschiedene Ursachen und Auswirkungen haben. Sie hat einen wichtigen Einfluß auf die Ausbildung von Rinnen als Folge der Konzentration des interflow in diesen Tiefenlinien, andererseits können subrosiv entstandene Hangrinnen zu den Leitbahnen oberirdischer Bodenerosion in agrarisch genutzten Lößgebieten werden. Desweiteren können natürliche und anthropogene Vorformen eine Konzentration des interflow bewirken und eine entsprechende Subrosion auslösen.

¹⁵ Zitiert in **Karrasch (1970)**.

¹⁶ Zitiert in **Karrasch (1970)**.

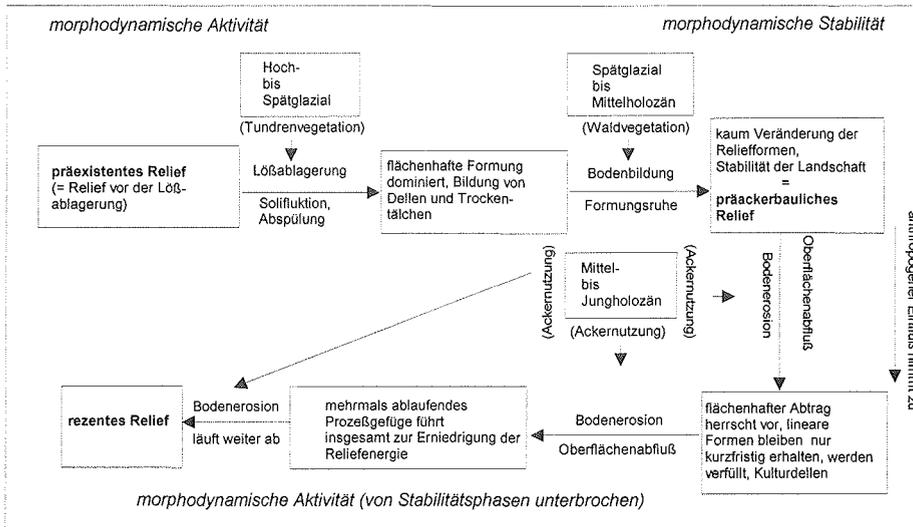


Abb. 1: Schematisierte Darstellung der Reliefentwicklung und des Prozeßgefüges in den Lößgebieten Mitteleuropas seit dem letzten Hochglazial.

Auf eine morphodynamische Aktivitätszeit im Hochglazial und im (frühen) Spätglazial folgt eine morphodynamische Stabilitätszeit mit Bodenbildung und Konservierung der pleistozänen Reliefformen bis zum Beginn der ackerbaulichen Landnutzung. Die anschließende Aktivitätszeit ist anthropogen ausgelöst, der Mensch übernimmt einen wesentlichen Teil der im natürlichen System klimatisch gesteuerten Prozesse. Unterbrochen wird die anthropogen bedingte Aktivitätszeit von kurz- bis mittelfristigen Stabilitätsphasen, die ihrerseits wiederum durch Pedogenese und Stabilisierung der anthropogen veränderten Oberflächenformen charakterisiert sind.

Großräumige Unterschiede der Reliefentwicklung lassen sich gleichfalls belegen, denn anders als in West- und Mitteleuropa besteht in Osteuropa bereits im Altholozän aufgrund der klimatischen Verhältnisse eine natürliche Tendenz zur Zerschlungung, die sich unter anthropogenen Bedingungen fortsetzt und verstärkt.

Die pleistozäne Formungsdynamik ist für die reliefbedingten Grundlagen des frühesten Ackerbaus verantwortlich. Dieser trifft, so er sich von den Terrassenrändern der Flüsse entfernt, auf eine im Vergleich zu heute ausgeprägtere Reliefasymmetrie und eine insgesamt höhere Reliefenergie. Entscheidend für Abtragungsprozesse ist dabei, welche Hangbereiche bestellt und welche erosiven Hanglängen bei dieser Nutzung erzielt werden. Da die vorgeschichtlichen Agrarflächen zu einem großen Teil in der direkten Umgebung der auf die Terrassenbereiche und Unterhänge konzentrierten Siedlungen nachgewiesen sind, ist von einer überwiegenden Anlage der Agrarflächen in Unterhangbereichen auszugehen (vgl. u.a. Karten bei Bakels (1992). Kreuz (1990: 153) nimmt an, daß in der Linienbandkeramik die Felder maximal 1km von einer Siedlung entfernt lagen.). Die erosive Hanglänge wird aufgrund der relativ geringen Größe der einzelnen Ackerparzellen - wenige 100m² werden für neolithische Kulturepochen angegeben - als gering zu betrachten sein. Bei der Betrachtung jüngerer vorgeschichtlicher Kulturepochen ist dabei außerdem zu berücksichtigen, daß neben den Siedlungen möglicherweise auch die Ackerflächen an ehemals bereits ackerbaulich genutzten Orten angelegt werden, so daß die natürlichen Reliefverhältnisse bereits umgestaltet worden sein können. In der Regel ist jedoch für vorgeschichtliche Ackerflächen außerhalb der eng umgrenzten Terrassenbereiche von einer, im Vergleich zu heute, höheren Hangneigung und

einer geringeren, erosiv wirksamen Hanglänge auszugehen. Eine genauere Differenzierung ist allgemein nicht möglich und sehr stark von den jeweiligen lokalen Bedingungen abhängig.

2.1.4 Agrar- und ackerbaugeschichtliche Aspekte der vorgeschichtlichen Bodenerosion

Einen wesentlichen Einfluß auf das Ausmaß der Bodenerosion haben die Art der Bodenbearbeitung, der damit verbundene Bedeckungsgrad und die Eindämmung der Abtragung durch Erosionsschutzmaßnahmen, damit die Agrarstruktur als ganzes (vgl. **Auerswald 1987b**, **Schwertmann et al. 1987**). Auftreten und Ausmaß der Bodenerosion wird entscheidend vom Vegetationszustand und damit von der Landnutzung bestimmt (**Bork 1988: 14**).

Wagner (1991: 210) beschreibt, daß die Bodenerosion im wesentlichen durch die Art der Bodenbearbeitung gesteuert wird. Zusätzlich besitzen Klima, Böden und Relief ein Erosionspotential, das bei ackerbaulicher Nutzung zum Tragen kommt.

In der ABAG gibt der C-Faktor das Verhältnis des Bodenabtrages eines Hanges mit beliebiger Bewirtschaftung (Kulturpflanze, Bedeckungsgrad, Bearbeitungsverfahren, etc.) zu dem unter Schwarzbrache an, der P-Faktor das Verhältnis des Bodenabtrages mit beliebigen Erosionsschutzmaßnahmen wie Konturnutzung, Streifenutzung, Terrassierung usw. zu dem bei der Bearbeitung in Gefällrichtung und ohne Schutzmaßnahmen (**Schwertmann et al. 1987: 10**). Einen bedeutenden Punkt bei der Bearbeitung der Böden stellt neben ackerbautechnischen Problemen, wie das Auftreten dichter Unterbodenhorizonte nach dem abtragungsbedingten Verlust der Oberbodenhorizonte und die ablaufende Umgestaltung des Bodenmusters, der Verlust von Nährstoffen dar.

Schwertmann (1977: 771) spricht von einer bedeutsamen Veränderung im Geopotential. Diese Entwicklung hat gerade auch die vorgeschichtlichen Gesellschaften betroffen. Wie umfassend die Verlagerung von Nährstoffen durch Bodenabtrag in landwirtschaftlich genutzten Gebieten sein kann, zeigt eine Untersuchung von **Rohr (1991)**. In einem Ackerbaugebiet mit einer Ausdehnung von 111 ha Landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) kam es in einer einzigen Winterperiode mit der Abtragung von 76t Bodenmaterial zur Erosion von 1,4t organischer Substanz und zum Verlust von 143kg reiner Nährstoffe (P, K, Ca, Mg). Davon blieben lediglich 25% innerhalb des Einzugsgebietes (catchment), während 75% in den Vorfluter abgeführt wurden.

Diese ackerbaulichen Faktoren und ihren Wandel in vorgeschichtlichen Kulturepochen zu erfassen und hinsichtlich ihrer möglichen erosionsmehrenden oder erosionsmindernden Auswirkungen zu bewerten, steht im Mittelpunkt der Überlegungen dieses Abschnitts.

Der direkte, unmittelbare Einfluß des vorgeschichtlichen Menschen auf die Boden- und Reliefentwicklung eines Raumes setzt nach der Rodung der natürlichen Waldvegetation neben der Errichtung von Siedlungen und der Anlage von Wegen durch die Art, die räumliche Verbreitung und die Intensität der agrarischen Nutzung ein. Mit diesen Tätigkeiten wird jeweils die durch Bodenbildung gekennzeichnete holozäne geomorphodynamische Stabilitätszeit beendet. Die Voraussetzungen für Bodenerosion sind geschaffen, wobei die maximalen Umlagerungsbeträge oftmals bereits in der frühesten Rodungsperiode liegen können (**Brunnacker 1958a**).

Die Darstellung der Entwicklung des Ackerbaus orientiert sich dabei vorwiegend an den anschließend genannten Untersuchungen:

Ennen & Janssen (1979) beschreiben zusammenfassend die vorgeschichtliche Entwicklung der Agrarsysteme. **Barker (1985)** und **Thorpe (1996)** legen umfassende Darstellungen zum vorgeschichtlichen Ackerbau vor. **Schultz-Klinken (1981)** und ausführlicher **Fries (1995)** widmen sich vorrangig der Untersuchung vorgeschichtlicher Ackergeräte (Haken, Hakenpflug und Pflug), den damit verbundenen Ackerbausystemen sowie deren Auswirkungen auf die Bodenentwicklung. Für Südbayern stellt **Küster (1995b)** detailliert dar, welche Getreidearten - abhängig von den naturräumlichen Bedingungen - in den jeweiligen vorgeschichtlichen Epochen angebaut werden, ebenso, wie sich der Anteil dieser Getreidearten im Lauf der Entwicklung der Kulturen verändert. Die Frage nach der dominierenden Anbaufrucht ist von spezieller Bedeutung, da von ihr Grad und Geschwindigkeit der Bedeckung der Bodenoberfläche abhängen, und damit die Bodenerosion entscheidend mit beeinflußt wird. Eine umfassende Zusammenstellung der Nachweise für frühesten Ackerbau in Europa aus der Auswertung pollenanalytischer Befunde findet sich bei **Küster (1988: 104-112)**. **Lüning &**

Meurers-Balke (1980) erläutern experimentelle Ansätze zur Rekonstruktion des vorgeschichtlichen Getreideanbaus.

Über die Nutzungsart hinaus ist der „agrarischer Faktor“ abhängig von Anzahl, Größe und Anlage der Altfluren sei es nun im Neolithikum und der Bronzezeit vorwiegend in Form eines Saatfurchenanbaus oder daran anschließend auch in Form eines Saatbetanbaus. Damit einher gehen konsequenterweise Überlegungen, die die Größe vorgeschichtlicher Siedlungen betreffen sowie Vorstellungen zu dem für die Existenz dieser Siedlungen notwendigen Ausmaß der agrarisch genutzten Flächen.

Kossack (1978: 332) formuliert diesen für die archäologische Forschung wesentlichen Gesichtspunkt, indem er fragt, „in welchem Umfang die Vegetationsdecke am Beginn der bäuerlichen Wirtschaftsweise während des älteren Neolithikums gerodet werden mußte, um die Ernährung zu sichern, den Bevölkerungsüberschuß durch Binnenkolonisation aufzufangen und das notwendige Gleichgewicht zwischen Einwohnerzahl und Lebensraum herzustellen.“ Einige Seiten später fügt er hinzu: „Eine der schwierigsten Fragen stellt sich bei der Einschätzung der Bevölkerungsgröße, also bei der Kopffzahl der Siedelverbände“ (**Kossack 1978: 338**).

Wohl bleiben die Altsiedellandschaften bis zum beginnenden Mittelalter erhalten (**Kossack 1978**, vgl. **Born 1974**), aber die Art und Weise der anthropogenen Eingriffe verändert sich bereits in vorgeschichtlicher Zeit in Abhängigkeit von Bevölkerungsgröße, Siedlungswesen, Entwicklung der agrarischen Techniken, Veränderung der Nahrungszusammensetzung und der Ausbreitung nichtagrarischer Tätigkeiten in der Bildung eines sich zunehmend spezialisierenden und diversifizierenden sekundären Sektors. Dabei sind die Veränderungen in den Methoden des Landbaus, die eine Intensivierung in vielerlei Hinsicht ermöglichen, in engem Zusammenhang mit den Wandlungen des Siedelwesens zu sehen (**Küster 1995b: 135**). Da das archäologische Wissen um diese Entwicklungen jedoch je nach vorgeschichtlicher Epoche und Siedlungsraum unterschiedlich ist, können nur mit Einschränkungen Aussagen in bezug auf eine vorgeschichtliche Bodenerosion getroffen werden. Als Quellen für die prähistorische Ackerbaugeschichte dienen Nahrungsmittelbeigaben in Gräbern, Abdrücke von Früchten verschiedener Kulturpflanzen an Keramikgefäßen sowie im Hüttenlehm, archäologische Funde von Pflanzenresten, pollenanalytische Untersuchungen, Arbeitsgeräte zur Ernte, Bestellung bzw. Verarbeitung, fossile Haken- und Pflugspuren unter Hügelgräbern und sonstigen Aufschüttungen sowie Felszeichnungen (**Schultz-Klinken 1981: 7**). Desweiteren können mit Ackerbegrenzungen, Pflugspuren, Aufschüttungen und - eingeschränkt - erhöhten Phosphat- und Nitratwerten Altfluren nachgewiesen werden (**Fries 1995: 16**). Es ist also möglich, allgemeine, stark schematisierte Grundzüge, die für die Fragestellung von Bedeutung sind, zu beschreiben.

Das **Neolithikum** zeigt in Südbayern im Altneolithikum und auch im Mittelneolithikum als einzig bekannte Getreidearten Einkorn (*Triticum monococcum*) und Emmer (*Triticum dicoccum*), eine „dürftige“ (**Küster 1995b**) Zusammensetzung im Vergleich zu anderen mitteleuropäischen Provinzen. Dort treten zu den genannten Kulturpflanzen noch Lein (*Linum usitatissimum*), Hirse (Rispenhirse: *Panicum miliaceum*) und teilweise bereits Gerste (*Hordeum vulgare*) (**Ennen & Janssen 1977: 29**).

Küster (1995b: 81-82) weist jedoch gleichzeitig darauf hin, daß von der Gerste (*Hordeum vulgare*) wohl Abdrücke vorgefunden wurden, jedoch keine Körner, die als eigentlicher Beleg für die Nutzung von Gerste im südbayerischen Früh- und Mittelneolithikum angeführt werden könnten. In der rheinischen Bandkeramik tritt die Gerste bereits ab dem Mittelneolithikum im Getreideanbau auf (**Lüning & Meurers-Balke 1980: 310**).

Im Jung-, Spät- und Endneolithikum sind ergänzend dazu auch im südbayerischen Raum Gerstenfunde anzutreffen, die jedoch verhältnismäßig selten bleiben. Die Bestellung der Felder

erfolgt im Neolithikum vorwiegend mit Handhaken¹⁷, deren Funktion „lediglich im schwachen Anhäufeln zum Herstellen von Saalfurchen zwecks Einzelkornhandaussaat bestand“ (**Schultz-Klinken 1981: 17**). Mit diesem Saalfurchenanbau ist gleichzeitig das Wirtschaftssystem einer unregelmäßigen Feldgraswirtschaft verbunden, wobei angenommen wird, daß die Ackerstücke relativ klein sind (100-200m²); ein Anbau erfolgt über mehrere Jahre hinweg, bis der Boden nicht mehr genügend Erträge abwirft. Eine anschließende Nutzung dieser ehemaligen Ackerflächen als Viehweide ist möglich, um sie nach einigen Jahren vielleicht erneut unter Kultur zu nehmen. Während **Schultz-Klinken (1981: 17)** davon spricht, daß die Anlage der Ackerstücke zumeist nach keinem besonderen System entsteht, betonen **Lüning & Meurers-Balke (1980: 307)** ein „routiniertes Ackerbausystem“. In Niedersachsen kann linienbandkeramischer Ackerbau nachgewiesen werden, bei dem bereits „in der Regel getrennter Anbau der einzelnen Kulturpflanzen“ (**Willerding 1985: 95**) auftritt; außerdem gibt es schon Hinweise auf eine Fruchtwechselwirtschaft. Deren Beginn ist regional und zeitlich sehr unterschiedlich anzusetzen. Für den südbayerischen Raum weist **Küster (1995b)** lediglich ab der Eisenzeit auf diese Art der agrarischen Nutzung hin.

Der Entzug an Biomasse ist als gering anzusehen, da vom Getreide nur die Ähren geerntet werden. Damit sind verhältnismäßig günstige Entwicklungsbedingungen des Getreides zu erwarten. **Bakels (1992: 48)** nimmt an, daß die Ackerbauflächen meist in unmittelbarer Nähe zu den Siedlungen gelegen haben, und geht bei einer realistischen Bevölkerungszahl einer neolithischen Siedlung von durchschnittlich 50 Bewohnern von einer Fläche von ca. 12 Hektar pro Siedlung aus, die als Ackerflächen genutzt werden. Sie betrachtet diese Flächen auch als die einzig wirklich freigelegten Flächen im Umkreis einer neolithischen Siedlung. Obschon die Agrar- und Betriebsformen der neolithischen Landwirtschaft nahezu unbekannt sind, erscheint es bei einer knappen Zusammenstellung des Wissens zum neolithischen Ackerbau doch so, als ob es sich eher um eine *bodenerosionsschützende* Nutzungsform handelte.

Eine bedeutende Ursache für das geringe Wissen um die vorgeschichtlichen Agrarstrukturen liegt zwangsläufig in der Bodenerosion, die die alten Ackerstrukturen in kurzer Zeit vernichtet. So weist **Modderman (1976)** auf die Bedrohung neolithischer Siedlungsplätze in Niederbayern durch „Abschwemmung“ hin; ebenso findet sich bei **Lüning & Meurers-Balke (1980: 307)** der Hinweis, daß „originale Feldreste im Löß durch Erosion und spätere Überackerung zerstört“ worden sind.

Für die Beurteilung als erosionsschützende Nutzungsform sprechen die geringen Aussaatiefen von (experimentell ermittelten) 2,5cm, die insgesamt flache Bodenbearbeitung von etwa 10cm sowie die zwischen den Furchen verbleibenden, von Unkräutern besetzten Erdstreifen (vgl. u.a. **Butzer 1974: 64**). Diese Bearbeitungstechnik führt dazu, daß immerhin durchschnittlich 10-25% (**Schultz-Klinken 1981: 19**) der Ackerfläche unbearbeitet bleiben. Mit dem Anlegen von Versuchsflächen und dem damit verbundenen experimentellen Getreidebau ist die Archäologie dabei, sich diesen Wirtschaftsweisen weiter zu nähern (**Lüning & Meurers-Balke 1980**).

Die Schwierigkeiten der Rekonstruktion natürlicher Rahmenbedingungen für den neolithischen Ackerbau sind in der Studie von **Lüning & Meurers-Balke (1980)** ausführlich beschrieben. Von Interesse für bodenkundliche Fragestellungen und damit für Untersuchungen zur Bodenerosion sind jene Aussagen, die zur Entwicklung der Böden gemacht werden können. **Schalich (1980)** weist darauf hin, daß es im Untersuchungsgebiet der Niederrheinischen Bucht Anzeichen einer Parabraunerdebildung im Neolithikum nicht gibt, sondern lediglich Hinweise auf eine beginnende Entkalkung und Verwitterung der Schwarzerden. Die bodenkundlichen Bedingungen des Versuchs können demnach nicht den natürlichen bodenkundlichen Verhältnissen im Neolithikum entsprechen, da rezent auf dem Untersuchungsgelände Parabraunerden als Bodentypen verbreitet sind.

¹⁷ Zur Unterscheidung von Haken, Hakenpflug und Pflug vgl. **Schultz-Klinken 1981**.

Der neolithische Ackerbau ist von seiner Wirtschaftsweise und seinen agrartechnischen Möglichkeiten her *nicht* als ein Agrarsystem anzusehen, in dem hohe Abtragungsbeträge zu erwarten sind¹⁸.

Allerdings ist die von Jäger (1985: 47) angesprochene Möglichkeit, daß es im Neolithikum einen Feldbau gab, der, abgesehen von der Flächenrodung, ohne Bearbeitung auskam, wohl nicht haltbar. Er begründet diese Annahme mit dem Fehlen bandkeramischer Kolluvien in Mitteldeutschland trotz erheblicher Siedlungsdichte im gleichen Zeitraum.

In der **Bronzezeit** entwickelt sich eine eindeutige Veränderung in den wirtschaftlichen Grundlagen des Ackerbaus. Nicht nur in Südbayern treten die recht ertragsarmen Getreidearten Einkorn und Emmer zurück (Küster 1995b: 95). Sie werden durch Gerste und Dinkel (*Triticum spelta*) ersetzt. Gleichzeitig ist Roggen (*Secale cereale*) häufiger zu beobachten, der jedoch nicht gezielt angebaut wird. Die Bewertung der Entwicklung bronzezeitlicher Agrartechnik ist unterschiedlich. Schultz-Klinken (1981) hält im Prinzip die Anbau- und Arbeitsmethoden in der Bronzezeit mit jenen des Neolithikums für vergleichbar. Es dominiert „das Ziehen von Saatzfurchen mit anschließender Einzelkornaussaat von Hand mit sofortigem Bedecken der Saat mit ausgehaktem, lockerem Furchenboden“ (Schultz-Klinken 1981: 21). Von besonderer Bedeutung dabei ist, daß an Stelle des von Hand gezogenen Hakens der Jungsteinzeit der von einem Gespann (anfänglich von Rindern, später zunehmend auch von Pferden) gezogene Jochsohlenhaken (Gespannhaken) tritt (Ennen & Janssen 1979). Dabei entstehen wiederum einzelne Saatzfurchen, die in einem Abstand von wahrscheinlich 30-40cm angelegt werden (Ennen & Janssen 1979: 47). Zusammen mit der verstärkt aufkommenden Viehhaltung kann diesen Autoren zufolge von der Bronzezeit als einer Periode intensiven, durch Fortschritte in den agrarischen Anbaumethoden gekennzeichneten Ackerbaus gesprochen werden. Für diese Ansicht spricht auch, daß sich die Gesellschaft bereits ab der Frühbronzezeit stark „berufsständisch, arbeitsteilig und [...] sozial entwickelt hat“ (Ennen & Janssen 1979: 39). Die bis dahin vorhandenen Lebensräume werden wesentlich erweitert, die bronzezeitlichen Menschen passen an die dabei entstehenden neuen Siedlungsbedingungen an und stellen ihre Wirtschaftsweise darauf ein. Bedingt durch die stärkere Arbeitsteilung ist es zudem erforderlich, einen immer größer werdenden Anteil der Bevölkerung zu ernähren, der nicht mehr direkt mit dem Ackerbau in Berührung kommt.

Möglicherweise läßt sich die bronzezeitliche Landwirtschaft am besten so beschreiben:

„Dicht bei den Einzelgehöften dürften gartenartige Flächen gelegen haben, etwas weiter davon entfernt die Felder, auf denen Sommer- und Wintergetreide sowie Hülsenfrüchte angebaut wurden. [...] Neben Feldhacken aus Holz oder Hirschgeweih wurden zum Auflockern des Ackerbodens auch hölzerne Pflüge mit Rindern und später auch Pferden als Zugtiere eingesetzt“ (Probst 1996: 31).

In der Bronzezeit ergibt sich im Vergleich zum Neolithikum durch die Intensivierung des Ackerbaus, verbunden mit dem Einsatz tierischer Zugkräfte, eine erhöhte Disposition für Bodenerosion. Der Einfluß des Wechsels der dominanten Getreidearten von Einkorn und Emmer hin zu Gerste und Dinkel auf die Bodenerosion bleibt dabei ungeklärt, da die Rekonstruktion von Getreideanbauflächen mit Einkorn und Emmer noch nicht genügend erforscht ist. Wie unscharf das Wissen um bronzezeitliche Ackersysteme ist, beschreibt Kossack (1995a): Über Form und Größe der Fluren und über die Art der Weideflächen während der Spätbronzezeit ist genau so wenig bekannt wie über das unerläßliche Gerät. Ebenso lassen sich selbst innerhalb kleiner Siedlungsräume starke Abweichungen in der Agrarwirtschaft feststellen.

¹⁸ Eine umfassende Studie zur Landwirtschaft im Neolithikum ist in Vorbereitung (Lüning 1996: 233, Fußnote 2).

Im **eisenzeitlichen** Ackerbau bleiben in Südbayern Gerste und Dinkel die wichtigsten Getreidedearten, bemerkenswert erscheint der zusätzlich evidente Leguminosenanbau, auch Roggen und Hafer (*Avena sativa*) nehmen an Bedeutung zu. Im deutschsprachigen Raum kommt es zu regional stark differenzierten Entwicklungen. Mögliche klimatische Einflüsse (kühl-feuchteres Klima zu Beginn des Subatlantikums) auf die ackerbaulichen Tätigkeiten in der Eisenzeit werden immer wieder diskutiert, jedoch unterschiedlich bewertet. Teilweise wird sogar das Verlassen der bronzezeitlichen Höhensiedlungen und eine Umsiedlung in die Täler und Niederungen auf Klimaveränderungen zu Beginn des Subatlantikums zurückgeführt (**Ennen & Janssen 1979: 53**). Von katastrophalen Folgen eines in der Vergangenheit postulierten (**Smolla 1954**), bereits früh umstrittenen (**Kossack 1956**) und in dieser Form in seinen Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Entwicklung nicht nachweisbaren Klimasturzes kann jedoch nicht ausgegangen werden (**Küster 1995b: 136**), obgleich bestimmte abrupte klimatische Einflüsse gerade in diesem Zeitabschnitt nicht abzustreiten sind (vgl. Kap. 2.1.1). **Kossack (1959)** nimmt generell an, daß in Südbayern während der (älteren vorrömischen) Eisenzeit klimabedingte Temperaturverhältnisse und Niederschlagsmengen überhaupt keinen direkten Einfluß auf die Siedlungsplätze besessen hätten. Allgemein gültig bleiben gleichwohl einige grundlegende Aussagen zur Entwicklung der agrarischen Produktion während der Eisenzeit. So kann von einem hohen Entwicklungsstand der eisenzeitlichen Landwirtschaft mit Fruchtwechselfolgen, Anbau von Wintergetreide und dem Einschalten von Brachejahren ausgegangen werden, des weiteren wird anscheinend verstärkt und zweckmäßig Unkraut bekämpft (**Schultz-Klinken 1981: 28, Küster 1995b: 135**). Dies führt, auch in Verbindung mit dem nachgewiesenen Einsatz von Wendepflügen, bei denen keine un bearbeiteten Flächen zwischen den einzelnen Furchen zurückbleiben, zu einer effizienteren agrarischen Nutzungsweise.

Es gibt keine genauen Angaben hinsichtlich des ersten Einsatzes von Wendepflügen in Mitteleuropa. **Schultz-Klinken (1981)** nennt als Entstehungsdatum erst 100 BC (cal), doch scheint es auch Belege für älteren Pflugbau zu geben (**Ennen & Janssen 1979, Fries 1995**).

Die Weiterentwicklung schneidender Erntegeräte bedingt ebenfalls eine Beschleunigung der Ernte und damit einen insgesamt rationelleren Ackerbau. Im Zuge einer sich fortschreitend arbeitsteilig entwickelnden Gesellschaft ist dieser Fortschritt von großer Bedeutung. Die urbanen Siedlungen (Oppida) - lediglich „episodische Unterfangen“ (**Kossack 1978: 347**) - der jüngeren vorrömischen Eisenzeit, zentrale Orte im geographischen Sinne, sind dabei besonders abhängig von Nahrungsmittelproduzenten im bäuerlichen Umland der Stadt und werden von diesen versorgt. Auffällig bei der Untersuchung der Ernährungsweise der Bevölkerung dieser „keltischen Städte“ (in Süddeutschland beispielhaft untersucht am Oppidum Manching) ist dabei das stark durch tierische Nahrung geprägte Verbraucherbild. Als Folge dieser Ernährungsweise sind große Viehzuchtlandschaften im Umland dieser Oppida zu erwarten. Daher ist der Nutzung des Waldes in Form einer Waldweide ebenfalls großes Interesse zu schenken, deren Bedeutung für die Bodenerosion jedoch nur schwer abschätzbar ist.

Mit einer Waldweidenutzung sind eindeutig Bodenerosionsprozesse kleineren Ausmaßes in Form von Viehtritt, Entfernung der erosionsmindernden Laubstreu, Auflichten von Jungwuchsflächen und damit verbundener signifikanter Strukturverschlechterung und verminderter Infiltrationskapazität zu erwarten (**Bork 1988: 45**). Es ist jedoch in diesem Zusammenhang zu bedenken, daß die domestizierten Tiere der vorgeschichtlichen Epochen gegenüber heutigen Tieren vielleicht ein Drittel an Gewicht aufweisen (vgl. **Schultz-Klinken 1981: 20**); damit also eine weniger starke direkte Trittwirkung zu erwarten ist.

Insgesamt zeichnet sich die eisenzeitliche Landwirtschaft durch eine im Vergleich zu den vorhergehenden Kulturepochen effizientere ackerbauliche Technik aus, ebenso durch fort-

geschrittene Ernteverfahren. Beide Punkte sind als *bodenerosionsfördernde Faktoren* zu betrachten, da mit einem über einen längeren Zeitraum höheren Anteil vegetationsfreier Ackerflächen zu rechnen ist. Auch hat die Größe der Ackerfluren zugenommen. Aus Dänemark sind eisenzeitliche Ackerfluren mit mehr als 100 ha Fläche bekannt (**Schultz-Klinken 1981: 18**).

Kossack (1959) kann aber zumindest für die Hallstattzeit in Südbayern keine gravierende Veränderung der Technik gegenüber der Bronzezeit feststellen. Im Gegensatz zu den genannten Größen nordeuropäischer Ackerfluren ist für den südbayerischen Raum nur von kleinen Parzellen auszugehen. „War der Boden erschöpft, wechselte man die Anbaufläche und gar die Siedlungsplätze“ (**Kossack 1959: 87**). Wenig Beachtung wird dabei anscheinend der Bodenqualität gewidmet.

Thiemeyer (1988: 130-131) versucht, die klimatischen Schwankungen im Holozän zur Bevölkerungsentwicklung, dem Landbedarf, der Technisierung und den Anbauweisen in Beziehung zu setzen und kommt zu dem Schluß, daß die Zerrungsgefährdung (lineare Bodenerosion) in den vorgeschichtlichen Kulturepochen insgesamt als gering anzusetzen ist. Im Ergebnis stimmt dies mit den Ansichten von **Bork (1989)** zur vorgeschichtlichen Bodenerosion überein.

In Tab. 5 sind die Grundtendenzen der ackerbaulichen Entwicklung vom Neolithikum bis zur Eisenzeit aufgeführt. Es zeigt sich eine nutzungsbedingt zunehmende Anfälligkeit gegenüber Bodenerosionsprozessen, die mit einer zunehmenden Bearbeitungstiefe einhergeht (vgl. **Bleich 1995: 18**). Dabei ist eine - sicher wünschenswerte - Differenzierung hinsichtlich der Anfälligkeit gegenüber linearer und flächenhafter Abtragung nicht möglich. Diese allgemeine Entwicklungstendenz darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß große Unsicherheiten bestehen, ob diese Wirtschaftssysteme am konkreten Ort einer Untersuchung zur vorgeschichtlichen Bodenerosion vorzufinden sind. Sicher haben auch unterschiedlich ausgerichtete Nutzungssysteme in enger Nachbarschaft nebeneinander existiert und damit verschiedene Grundlagen für die Bodenerosion geschaffen.

Kulturepoche	dominierende Getreidearten	Bearbeitungstechniken	Ackergröße	relativer Grad der Bodenerosionsgefährdung
Neolithikum	Emmer, Einkorn, Gerste.	Handhaken (von Hand gezogen) → Saatfurchenanbau.	allg. wenige hundert m ² .	↓
Bronzezeit	Gerste, Dinkel, untergeordnet Einkorn und Emmer.	Jochsohlenhaken (von einem Gespann gezogen) → Saatfurchenanbau.	etwas größer, verstreut liegende kleine Ackerflächen.	zunehmend
Eisenzeit	Gerste, Dinkel, teilweise Roggen und Hafer.	Jochsohlenhaken bis hin zu Wendepflügen → teilweise Saatbetanbau.	Unterschiedlich, insgesamt jedoch zunehmende Größe, zusammenhängende Ackerfluren bis zu 100 ha Größe.	↓

Tab. 5: Übersicht zur ackerbaulichen Entwicklung in den vorgeschichtlichen Epochen (zusammengestellt nach den Angaben verschiedener Autoren, u.a. **Ennen & Janssen 1979, Schultz-Klinken 1981, Bunnik 1995, Küster 1995b**).

2.1.5 Zusammenfassung der Überlegungen zu den Vorbedingungen für vorgeschichtliche Bodenerosion

Vorgeschichtliche Bodenerosion ist in ihrem Erscheinungsbild und ihren Auswirkungen nur zu bewerten und zu rekonstruieren, wenn die sie beeinflussenden anthropogenen und natürlichen Faktoren und ihre Wechselwirkungen möglichst genau erfaßt werden. Die Faktoren, die die Bodenerosion steuern, sind in die verschiedenen Modelle, die zur Erfassung rezenter Bodenerosion erstellt und für prognostische Zwecke abgeleitet werden, in quantitativer Form integriert. Entsprechend waren diese Faktoren auch in vorgeschichtlicher Zeit wirksam. Über ihren qualitativen Bezug zu Bodenerosionsvorgängen besteht grundlegende Übereinstimmung, die quantitative Bedeutung einzelner Parameter ist jedoch umstritten. Die Faktoren werden hier im Sinne einer ökologischen Betrachtungsweise verknüpft. Sie sind in einer Zeitspanne von fast 6000 Jahren starken Veränderungen unterworfen; sowohl anthropogenen als auch natürlichen. Aus lokalen Ergebnissen sind ferner Aussagen zu regionalen Entwicklungen abzuleiten.

Es ist zu bedenken, daß die genannten Faktoren vorgeschichtlicher Bodenerosion in ihrer räumlichen Aussagekraft auf einzelne Lokalitäten beschränkt bleiben. Kalkulationen der durchschnittlichen Siedlungsgrößen sind möglich, damit kann die notwendige Landnutzung rekonstruiert werden (vgl. **Bakels 1992**). Demzufolge müßte sich in einzelnen Siedlungskammern bzw. Einzugsgebieten eine quantifizierbare Beziehung zwischen vorgeschichtlicher Besiedlung und Bodenerosion herstellen lassen. Die anthropogenen Einflußgrößen auf die Bodenerosion (Parzellengröße, Anbauweisen und Erosionsschutz) und ihre Bedeutung für die Kulturlandschaftsentwicklung insgesamt sind jedoch nur dann abschätzbar, wenn Aussagen zum Siedlungsmuster, zur Siedlungsdichte und zur Bevölkerungszahl damit verknüpft werden können. Die Einschätzung der Bevölkerungsgröße vorgeschichtlicher Kulturen stellt jedoch nach wie vor eine der schwierigsten Fragen in der Archäologie dar (**Kossack 1978, Lüning 1995**). Hauptquellen für paläodemographische Aussagen stellen Gräberfelder dar (**Smolla 1974, Jankuhn 1977**), wobei auch Siedlungsbefunde für die Berechnung vorgeschichtlicher Bevölkerungszahlen von wachsender Bedeutung sind. Exakte Angaben sind jedoch nur in Ausnahmefällen zu erwarten, insgesamt scheinen die vorgeschichtlichen Bevölkerungszahlen in der Vergangenheit eher unterschätzt worden zu sein (**Smolla 1974: 341**). Überdies glaubt **Lüning (1982: 32)**, daß eine Abnahme der Siedlungen nicht notwendigerweise mit einem Bevölkerungsrückgang einhergehen muß, da beispielsweise die kleinräumige Abnahme der Siedlungsfrequenz durch eine Zunahme der Einwohner pro Haus aufgefangen werden kann. Die Angaben zu vorgeschichtlichen Bevölkerungsdichten schwanken beachtlich. Aber zumindest für die älteste neolithische Besiedlung der Lößgebiete sind vergleichbare Zahlen bekannt. **Lüning (1988)** schätzt für die linienbandkeramische Besiedlung der Aldenhovener Platte 17 Einwohner/km², gegenüber 30 Einwohner/km² im Spätmittelalter und 247 Einwohner/km² heute. **Engelhardt (1994)** gibt als Maß der neolithischen Besiedlungsdichte für die Lößflächen im Mittleren Isartal 15 Einwohner/km² an. Aus der nördlichen Wetterau liefert **Saile (1996: 196)** „tastende“ Werte zur vorgeschichtlichen Bevölkerungsdichte: Im Altneolithikum werden 12 bis 19 Einwohner/km² angenommen, in der Urnenfelderzeit belaufen sich die Hochrechnungen auf 25 Einwohner/km².

Vorgeschichtliche Bodenerosion läßt sich als ein komplexes Wirkungsgefüge charakterisieren (Abb. 2). Sie führt zu einer Asynchronität in der Landschaftsentwicklung (vgl. **Burrin & Scaife 1988: 215**), da unterschiedliche Landschaftseinheiten differenzierten Eingriffen unterworfen sind. Auslösender Faktor der Bodenerosion ist die Nutzungsweise (anthropogene Bodenerosionsfaktoren). Sie wird bestimmt durch die Art der Nutzung, den Umgang mit den agrarischen Flächen (Düngung etc.) und die zur Verfügung stehenden Agrartechniken. Die anthropogenen Faktoren nehmen an Bedeutung im Lauf der Entwicklung vorgeschichtlicher Kulturen zu. Besonders erosionsfördernd erweist sich die Weiterentwicklung der agrartechnischen Bearbeitung (Metallwerkzeuge, Einführung des Pfluges). Die natürliche Bodenerosionsdisposition kommt zum Tragen, wenn sie infolge der ackerbaulichen Maßnahmen wirksam werden kann. Die Klimaverhältnisse in vorgeschichtlicher Zeit lassen es möglich erscheinen, daß Phasen mit klimatisch bedingter höherer Bodenerosionsdisposition auftreten. Diese Abschnitte können mit den Ergebnissen klimatischer Modelle, die u.a. für die

Kleine Eiszeit abgeleitet wurden, erklärt werden. Die Bodenerodierbarkeit (Erodibilität) ist abhängig von den vorherrschenden Bodentypen in den Altsiedellandschaften. Parabraunerden sind in einer anderen Weise für Bodenerosion anfällig als Schwarzerden. Überwiegend ist die vorgeschichtliche Besiedlung auf Lößböden konzentriert, deren Erodierbarkeit als hoch zu betrachten ist. Die Reliefeigenschaften üben über Hangneigung und erosive Hanglänge ebenfalls eine wichtige Kontrollfunktion auf die Bodenerosion aus. Auch diese Größen sind nicht statisch, sie verändern sich im Lauf der vorgeschichtlichen Besiedlungsphasen. Die Hangneigung als natürlicher Faktor ist zuerst Ausdruck der pleistozänen Reliefentwicklung. Sie wird jedoch durch die Bodenerosion entscheidend modifiziert. Generell wird die Hangneigung durch die landwirtschaftlichen anthropogenen Eingriffe im Laufe der Vorgeschichte reduziert, gleichwohl können konzentrierte lineare Abtragungerscheinungen kurzfristig zu einer lokal begrenzten Erhöhung der Reliefenergie führen. Das ursprüngliche, pleistozäne Relief übt darüber hinaus eine entscheidende Kontrolle auf die Ablagerungsbedingungen aus; es zeichnet mitverantwortlich für den Ort der Ablagerung korrelater Sedimente der Bodenerosion und sorgt für eine raum-zeitliche Differenzierung der Akkumulationsräume. Die erosiv wirksame Hanglänge wird durch die Ackerbautechniken und die Nutzungsart gesteuert, ist also Teil der anthropogenen Bodenerosionsfaktoren und nimmt aufgrund der Entwicklung und des Fortschritts der Agrartechnik im Laufe der Zeit zu, wie auch Überlegungen zur Größe der Ackerflächen zeigen. Die spürbare Auswirkung der Bodenerosion im „Landschaftsmaßstab“ und damit ihre Bedeutung für die Kulturlandschaftsentwicklung kann erst dann abgeschätzt werden, wenn die Bevölkerungsgröße eines Einzugsgebietes mit einbezogen wird. Außerdem muß dann auf Auenlehme als Paläoumweltarchive zurückgegriffen werden.

Abschätzungen zur Siedlungs- und Bevölkerungsgröße in vorgeschichtlicher Zeit sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Kurven zur vorgeschichtlichen Bevölkerungsentwicklung weisen immer eine große Bandbreite auf. Zusätzlich muß berücksichtigt werden, daß unterschiedliche Wirtschafts- und Siedlungsweisen zeitgleich nebeneinander existiert haben können. Erst aus der Synthese dieser Punkte läßt sich die Bedeutung der Bodenerosion für die Kulturlandschaftsentwicklung ableiten und in entsprechende Modelle integrieren (vgl. u.a. **Burrin & Scaife 1988**, **Emanuelsson 1988**, **Harris & Thomas 1989**, **Favies-Mortlock et al. 1997**).

Burrin & Scaife (1988) stellen ein Modell vor, das die Bildung von Auenlehmen integriert; sie greifen dabei auf die Konzepte der Schwellenwerte (thresholds), Katastrophentheorie und Landschaftssensitivität zurück. Auf diese Weise werden verschiedene Faktoren für Ablagerungsbedingungen abgeleitet und der unterschiedliche Aufbau der Auensedimente erklärt. **Emanuelsson (1988)** versucht die beiden Komponenten natürliche Biotope und menschlicher Einfluß in einem theoretischen Rahmen zusammenzufassen. Bei der Beschreibung der Wechselwirkungen greift er auf Veränderungen in der Bevölkerungsdichte und die damit verbundenen Auswirkungen auf die anthropogene Kontrolle der natürlichen Faktoren zurück. **Harris & Thomas (1989)** erfassen die Wechselwirkungen im Paläoökosystem auf verschiedenen raum-zeitlichen Skalenniveaus.

In den folgenden Kapiteln werden die Befunde zur vorgeschichtlichen Bodenerosion in Mitteleuropa mit einem räumlichen Schwerpunkt in den Lößlandschaften des deutschsprachigen Raumes zusammengefaßt.

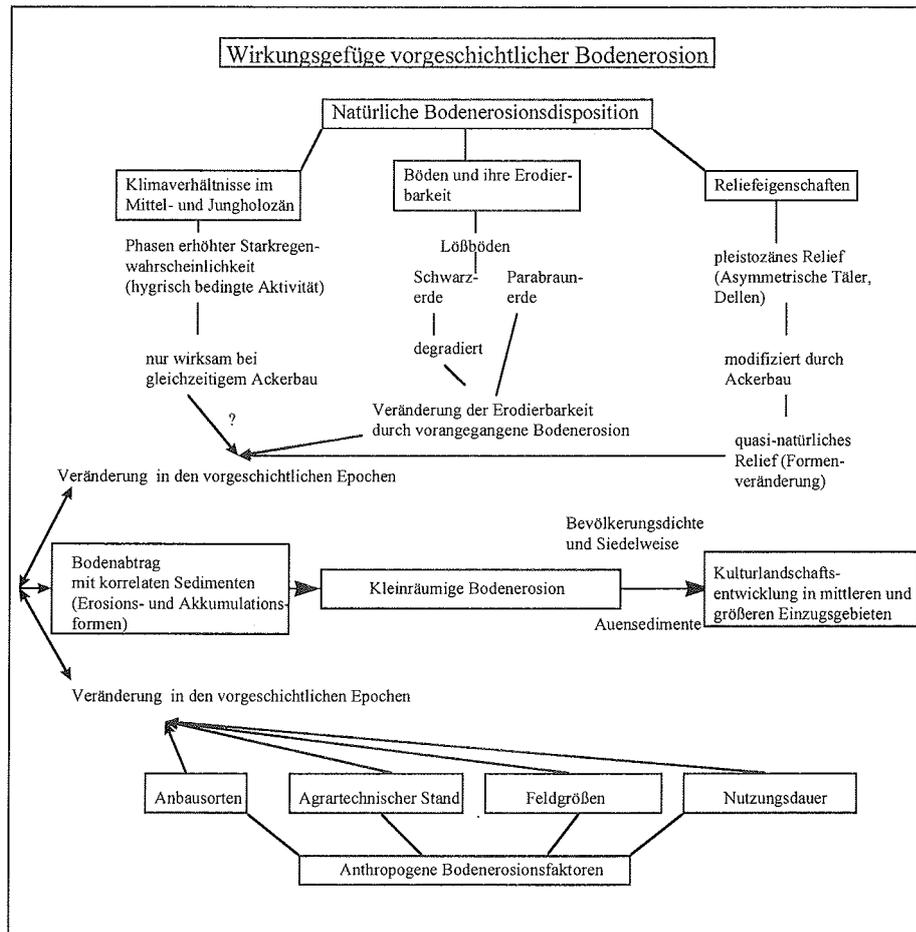


Abb. 2: Wirkungsgefüge vorgeschichtlicher Bodenerosion.

Anthropogene Faktoren und natürliche Disposition bestimmen die vorgeschichtliche Bodenerosion; sie sind entscheidend für die Entwicklung der Kulturlandschaft.

2.2 Vorgeschichtliche Bodenerosion in mitteleuropäischen Altsiedellandschaften (Schwerpunkt: Lößgebiete Deutschlands) - Zusammenstellung der Befunde

Eine zusammenschauende, zeitlich differenzierte Analyse vorgeschichtlicher Bodenerosion in den deutschen Lößgebieten existiert bislang nicht. Ziel der anschließenden Zusammenstellung ist es, möglichst umfassend die Kenntnisse zur Verbreitung, zur Charakteristik und zum Ausmaß vorgeschichtlicher, anthropogener Umlagerungen darzulegen und die Interpretationsmöglichkeiten unterschiedlicher Archive (Kolluvien, Auenlehme und Böden) vorzustellen und zu bewerten. Weiter wird geprüft, ob und inwieweit die im vorigen Abschnitt abgeleiteten theoretischen Vorüberlegungen zu den Bedingungen vorgeschichtlicher Bodenerosion mit den empirisch ermittelten Ergebnissen verknüpft werden können.

2.2.1 Kolluvien

2.2.1.1 Kolluvien, ihre Bedeutung für die Rekonstruktion vorgeschichtlicher Umweltverhältnisse, ihre Kennzeichen und ihre Datierung

Kolluvien sind die korrelierten Sedimente der Abtragung. Sie treten überall dort auf, wo durch Rodungen die natürliche erosionsschützende Vegetationsdecke entfernt wird. Dies ist auch bei der Anlage von Siedlungen der Fall, wo kurzfristig extrem intensive Umlagerungen auftreten, wie auch bei der Gestaltung ackerbaulicher Nutzflächen mit weniger intensivem, dafür mittel- bis langfristigem Abtrag (vgl. **Goudie 1990**). Spätestens seit den Arbeiten von **Brunnacker (1958a)** sowie **Scheffer & Meyer (1958)** ist das Auftreten vorgeschichtlicher Bodenerosionserscheinungen in den mitteleuropäischen Lößlandschaften bekannt. **Lozek (1976: 45)** betont, daß „die Bodenerosion bereits einige Jahrtausende abläuft und [...] eines der bedeutsamen Phänomene der Nacheiszeit darstellt.“

Kolluvien und ihre Interpretation

Kolluvien können, verstärkt in eng gekammerten Gebieten mit ausgeprägten Reliefunterschieden, lediglich Aussagen für kleine bis kleinste Landschaftsausschnitte liefern (**Dieckmann 1995: 42**): Dann sind sie jedoch die unmittelbaren Zeugen menschlicher Eingriffe in den lokalen Landschaftshaushalt. Sie geben Hinweise auf die Intensität kleinräumiger Landschaftsveränderungen an jenen Orten (Kuppen, Hänge, Terrassen), an denen das Leben und Wirken vorgeschichtlicher Kulturen stattfand. Insofern kann die Untersuchung kolluvialer Sedimente einen wichtigen Beitrag zur Rekonstruktion mesoskaliger vorgeschichtlicher Umwelten beisteuern. Über dieses Verfahren ist ferner erfaßbar, welchen Einfluß die Böden und ihre Abtragung bzw. Zerstörung auf die Siedlungsentwicklung gehabt haben.

Schon **Brunnacker (1958a, 1959)** weist darauf hin, daß gerade bei den *ersten* Rodungen der natürlichen Wälder Bodenerosion besonders verheerend ist. Sie läßt dann in ihrer Intensität langsam nach, bis es zum Ausgleich der Geländegestaltung kommt. Aus dem Auftreten einer bestimmten Periode mit Bodenverlagerungen können *keine* weitreichenden Schlüsse über klimatische Bedingungen der Prozesse abgeleitet werden. Hinweise auf klimatische Verhältnisse oder bestimmte extreme hygrische Ereignisse sind aus kolluvialen Ablagerungen kaum ableitbar. In den Sedimentationsbereichen liegt meist nur eine einphasige, in eine bestimmte Zeit datierbare Ablagerung vor, die für den Standort das Ergebnis einer Steigerungsphase der Bodenabtragung erkennen läßt. In diesen Aussagen wird die Bedeutung des pleistozänen Reliefs für das Ausmaß und die Ausprägung der Bodenerosion deutlich. Die insgesamt höhere Reliefenergie am Beginn des Holozäns ist mitverantwortlich für die besonders starke Abtragung zum Zeitpunkt der ersten Rodungen.

Brunnacker (1958a: 21) versucht, die einzelnen Faktoren der Bodenerosion in ihrer Bedeutung für vorgeschichtliche Abtragungsvorgänge zu erfassen: „Die Feinheiten des Klimaablaufes überlagern sich mit den Eingriffen des Menschen in die Natur, mit dem Stand der Bearbeitungstechnik des Bodens, mit der Dichte und dem Bereich der Besiedlung und mit lokalen Ereignissen in der Geschichte der einzelnen Bäche und Flüsse.“ Dabei ist in einer Bewertung der einzelnen Faktoren festzustellen, daß die Einflüsse der menschlichen Betätigung die klimatologischen Vorgänge des jüngeren Postglazials überlagern (**Brunnacker 1959: 144**). Es ist höchst bemerkenswert, daß hier bereits die Zusammenhänge der vorgeschichtlichen Bodenerosion modellhaft konzipiert werden, und ein Rahmen für den zeitlichen Ablauf der Bodenerosionsvorgänge abgesteckt wird. Da demzufolge das Auftreten der Bodenerosion unmittelbar an die jeweils erste Besiedlung gebunden ist, ist es nur zu verständlich, wenn an jeweils räumlich verschiedenen Akkumulationsstandorten mächtige kolluviale Sedimente aus unterschiedlichen Zeitabschnitten stammen können. Mit diesem Ansatz ist gleichzeitig erklärbar, warum das Alter der Kolluvien in Hangfußbereichen oft höher ist als jenes der Auenlehme in den dazugehörigen Auen, denn die unmittelbaren Akkumulationsräume werden zuerst aufgefüllt. Anders erklärt

Hahn (1992: 112) ältere Kolluvien, zu denen äquivalente Auenlehme fehlen: Demnach ist es möglich, daß Kolluvien aus ackerbaulich genutzten Oberhangbereichen in den bewaldeten Mittel- und Unterhangabschnitten fixiert werden und aus diesem Grunde nicht in die benachbarten Auenbereiche gelangen. Allerdings weist **Bork (1983)** auch darauf hin, daß ältere Abtragungsprozesse nur sehr selten nachvollziehbar sind, da die entsprechenden Sedimente dem Prinzip der Intensitätsauslese unterliegen und so durch eine jüngere Phase der Bodenerosion erneut ausgeräumt werden können. Von Interesse sind auch die Ergebnisse einer Expositions-differenzierung der Bodenerosion (**Abraham de Vazquez 1985**): auf südexponierten Hängen werden mehrfach höhere Abtragungsbeträge als auf nordexponierten festgestellt.

In den Arbeiten von **Brunnacker (1958a, 1959)** wird bereits das Wirkungsgefüge der vorgeschichtlichen Bodenerosion in seinen Grundzügen erfaßt, ebenso werden die Deutungsmöglichkeiten kolluvialer Sedimente umrissen und darüber hinaus die mit dem Auftreten der Bodenerosion einhergehenden Veränderungen der Reliefformen deutlich gemacht.

Ansprache von Kolluvien bzw. kolluvial entstandener Formen

Die korrekte Ansprache kolluvialer Sedimente erweist sich oftmals als problematisch. In diesem Kontext weisen **Semmel & Poetsch (1996a: 83)** darauf hin, daß in primär kalkfreien Kolluvien bereits eine zur Bildung gut entwickelter Parabraunerden führende deutliche Tondurchschlammung auftreten kann. Diese Bodenbildungen weisen nicht unbedingt auf ein kolluviales Ausgangssubstrat hin. Nur Dünnschliffuntersuchungen ermöglichen eindeutige Ansprachen.

Zusätzlich betonen u.a. **Hempel (1954)**, **Huckriede (1971)**, **Lozek (1976)**, **Thiemeyer (1988, 1989b)** sowie **Pécsi & Richter (1996)** sowohl die Analogie der postglazialen quasinatürlichen Prozesse mit den kaltzeitlichen Umlagerungsvorgängen als auch die damit verbundenen Anspracheprobleme der Sedimente und Formen.

Die Ablagerung kolluvialer Sedimente kann durch unterschiedliche Prozesse erfolgen und damit zu einem voneinander jeweils abweichenden Aufbau der Akkumulationskörper führen (**Bolt et al. 1980: 122**). Möglich ist einerseits ein (bei der Bildung kolluvialer Sedimente insgesamt vorherrschender) Transport durch Oberflächenabfluß, der zu laminierten Ablagerungen führt, andererseits eine Bewegung des Bodenmaterials durch direkte Regentropfeneinwirkung unter Bildung ungeschichteter Ablagerungen. Darüber hinaus können auch verschiedene Formen des Bodenkriechens wirksam werden oder Bodenmaterial kann infolge direkter Auswirkungen mechanischer Ackergeräte (Haken, Pflug) verlagert werden. Zur Differenzierung zwischen *allochthonen*¹⁹ und *autochthonen*²⁰ Horizonten weist **Bork (1983, 1988)** auf signifikante Unterschiede der Parameter Körnung, Gefüge, Farbe und Lagerungsverhältnisse in autochthonen und allochthonen Profilabschnitten hin. Außerdem treten in Kolluvien Keramik²¹, Holzkohle und Hüttenlehm auf. Nach **Bork (1983, 1988)** tritt Holzkohle in autochthonen Holozänböden im Gegensatz zu älteren Sedimenten und Böden nie auf. Für **Tippkötter (1979: 140ff)** sind zur Unterscheidung der Kolluvien von fossilen und nicht bedeckten autochthonen Horizonten erosionsbedingte Struktur- und Texturveränderungen am aussagekräftigsten. Charakteristische Hinweise auf Kolluvien lassen sich zusammenfassen in die Gruppen feldbodenkundliche Merkmale, physikalische Eigenschaften, qualitative mikromorphologische Parameter und chemische Eigenschaften. Dabei erweisen sich die Korngrößenanalyse (v.a. Tonfraktion) und die mikromorphologischen Untersuchungen des Hohlraum- und Richtungsgefüßes als besonders bedeutend. Wichtig sind die Veränderungen des Porenraumes nach der Umlagerung, Mikroschichtungen, rundliche Trümmeraggregate, das weitgehende Fehlen von Ton/Humus-Cutanen auf Schluffkörnern sowie Diskontinuität in der Tiefenfunktion der Humusbestandteile. Chemische Eigenschaften und die mineralogische Zusammensetzung der Horizonte können *nicht* zur Trennung allochthoner und autochthoner Horizonte beitragen.

Das Erscheinungsbild der Kolluvien liefert weitere Interpretationsmöglichkeiten: **Bleich & Papenfuß (1996: 86)** deuten in Kolluvien eine Humusabnahme nach oben als Hinweis auf eine Erosionsbeschleunigung, während **Bork (1983)** mit geringeren Humusgehalten eine tiefreichende Bodenerosion erklärt. **Vogt (1995: 44)**

¹⁹ Hier: kolluvial umgelagert.

²⁰ Hier: nicht kolluvial umgelagert.

²¹ Als Kriterium nur verwendbar in Profilabschnitten unterhalb des Pflughorizontes (vgl. auch **Thiemeyer 1988**).

kommentiert den Substratwechsel in Kolluvien durch Schichtwechsel oder Änderungen im Einzugsgebiet, ebenso interpretiert **Dieckmann (1995)** wechselnde Kiesanteile in Kolluvien als Ausdruck veränderten Erosions- und Akkumulationsgeschehens. **Semmel (1995)** definiert scherbenfreie, archäologisch sterile kolluviale Sedimente als Ackerkolluvien und grenzt sie mit diesem Charakteristikum von keramikführenden Siedlungskolluvien ab.

Datierung von Kolluvien

Entscheidend für die Beurteilung der Bedeutung von Kolluvien für die vorgeschichtliche Landschaftsentwicklung ist eine möglichst exakte Datierung der Sedimente. Pedogenetische Merkmale wie Tondurchschlammung ermöglichen an manchen Orten die Abschätzung eines relativen Alters der Umlagerungsprozesse und die Trennung unterschiedlicher Kolluviengenerationen (**Bolt et al. 1980**). Die aus diesen Merkmalen ableitbaren Aussagen reichen jedoch für eine exakte zeitliche Einordnung der Umlagerungsprozesse nicht aus. **Litt (1986)** diskutiert ausführlich die methodischen Schwierigkeiten bei der Datierung kolluvialer Schichtpakete mittels archäologischer Funde: Mit der Verlagerung von Bodenmaterial kann neben archäologischen Funden entsprechender Zeitstellung selbstverständlich auch älteres Material in den Akkumulationsraum verfrachtet werden. Als Lösung dieses methodischen Problems wird das Prinzip einer quantitativen Analyse der in den Ablagerungsfolgen eingebetteten archäologischen Funde herangezogen. Für die zeitliche Bestimmung der Ablagerungsfolgen darf *allenfalls* das jeweils jüngste archäologische Material herangezogen werden.

Ähnliche Überlegungen stellen auch **Lüning et al. (1971: 85)** in den Vordergrund ihrer Interpretation von Sedimenten anhand ihrer Scherbenführung: „Für die Anwesenheit der Keramik in den Sedimenten gibt es zwei Deutungsmöglichkeiten: a) Das Sediment ist zur Zeit derjenigen Kultur entstanden, deren Keramik es enthält [...]. b) Das Sediment ist später entstanden, also jünger als die zugehörige Kultur.“ Zwar können Kolluvien im Umfeld vorgeschichtlicher Siedlungen stratigraphisch innerhalb des archäologischen Kontextes angesprochen werden (beispielsweise beim Auftreten eines Kolluviums zwischen zwei archäologisch datierbaren Laufhorizonten oder bei der relativen Einordnung von Umlagerungserscheinungen über das stratigraphische Verhältnis der Kolluvien zu Siedlungsgruben). Solche idealen Abfolgen treten allerdings nur sehr selten auf. An einigen Orten ist zudem belegt, daß die Zeitstellung vorgeschichtlicher Siedlungen und unmittelbar angrenzender vorgeschichtlicher Kolluvien nicht immer übereinstimmen muß (vgl. **Bakels & Modderman 1986**).

Zur genauen Datierung dieser Sedimente ist der Rückgriff auf Absolutdatierungen unumgänglich. **Lang & Wagner (1996)** können mit Hilfe der IRSL²²-Datierung vorgeschichtliche Kolluvien zeitlich einordnen. Bereits ein Transport durch Oberflächenabfluß auf einer Strecke von etwa 100m ist ausreichend, um eine genügende Belichtung der Sedimente zu erreichen und damit eine optische Altersbestimmung zu ermöglichen (**Lang & Wagner 1996: 139-140**). Diese Methode ist auch dann einsetzbar, wenn keine ¹⁴C-datierbaren Materialien in den kolluvialen Sedimenten auftreten. Ansonsten sind Datierungen von Kolluvien mit der Radiokohlenstoffmethode möglich, die mit Einführung der AMS-Technik²³ nur noch Proben im mg-Bereich benötigt (**Wagner 1995: 89**).

²² InfraRot-Stimulierte-Lumineszenz.

²³ AMS = Accelerator Mass Spectrometry.

2.2.1.2 Vorgeschichtliche Kolluvien in mitteleuropäischen Lößlandschaften

Obgleich eine umfassende Darstellung der vorgeschichtlichen Bodenerosion in den deutschen Lößgebieten bislang fehlt, lassen sich Grundtendenzen in der Intensität vorgeschichtlicher Bodenerosion erkennen (**Butzer 1974, Lozek 1976**). **Butzer (1974: 63)** zufolge herrscht nach dem neolithischen Beginn der Bodenerosion eine *erste stärkere Bodenerosionsphase an der Wende Bronzezeit/Eisenzeit*. Desweiteren lassen sich mehrere Bodenerosionsphasen in der Eisenzeit nachweisen, die mit den klimatischen Oszillationen dieses Zeitabschnittes in Zusammenhang gebracht werden können. Zu einer ähnlichen Einschätzung kommt **Lozek (1976: 53)**. In den tief gelegenen warmen Gebieten Mitteleuropas beginnt die Bodenerosion im Neolithikum, die Abtragungsprozesse bleiben bis weit in die Bronzezeit hinein mäßig und betreffen nur kleinere Flächen. Eine Aktivierung der Bodenerosion ereignet sich vom Ende der Bronzezeit (Urnenfelderzeit) an. In tieferen Lagen kommt es zu Bodenabschwemmungen, in morphologisch differenzierteren Bereichen zu Hangschuttbewegungen. Dies entspricht in groben Zügen den Ergebnissen **Borks (1983)** im detailliert untersuchten Harzvorland.

Bork (1983) kann folgende Bodenbildungs- und Abtragungsphasen unterscheiden:

- (1) Die präneolithische Bodenbildungsphase, gekennzeichnet durch intensive Pedogenese und ohne Hinweise auf Bodenverlagerungen (Abweichend davon schließen **Bleich & Papenfuß (1996)** natürliche ältestholozäne Umlagerungen bis zum Abschluß der spät- bis postglazialen Wiederbewaldung nicht völlig aus und stellen einen entsprechenden Umlagerungshorizont in diese Zeit.)
- (2) Die Umlagerungs- und Bodenbildungsphase des Neolithikums mit Ackerbaukulturen, kleinflächigen Rodungen mit lokal vollständiger Zerstörung der natürlichen Waldvegetation. Damit verbunden sind, bedingt durch die Intensitätsauslese, kaum mehr nachvollziehbare lokale Bodenerosionserscheinungen, während großflächig die Bodenbildung ungestört fortschreitet.
- (3) Die Umlagerungs- und Bodenbildungsphase der Bronze-, Eisen- und römischen Kaiserzeit, gekennzeichnet durch Bodenerosion über fast den gesamten Zeitraum. Die Bodenerosion ist tiefreichender als die neolithische, da im Gegensatz zu jener die Kolluvien nicht mehr ausschließlich aus Humushorizontmaterial bestehen.

Im Rahmen bilanzierender Überlegungen spricht **Bork (1983)** der vorgeschichtlichen Bodenerosion *keine* großen landschaftsverändernden Auswirkungen zu.

Darüber hinaus gibt es nur noch wenige Arbeiten, die ein Abtragungsschema vorstellen können, das sich über mehrere vorgeschichtliche Epochen erstreckt.

Scheffer & Meyer (1964) können anhand umfangreicher Untersuchungen im Umfeld archäologischer Grabungen in Rosdorf (Niedersachsen) ein *chronologisch-pedostratigraphisches Diskussionschema* erstellen: Auf geringe Abtragungsbeträge im Neolithikum folgt eine starke Intensivierung der flächenhaften Abtragung in der Bronzezeit, die Umlagerungserscheinungen in der Eisenzeit bleiben dagegen vergleichsweise schwach. **Lüning et al. (1971)** setzen im Bereich der Fundstelle Kärlich (Mittelrheintal) Sedimente der Bodenerosion in Beziehung zu den Landschaftsformen. Es dominiert eine allgemeine Tendenz zur Reliefverflachung. In den Dellen selbst kommt es zu einem mehrmaligen Wechsel von Kolluvienbildung und Pedogenese. Dies bedeutet, daß Phasen der Abtragung von Phasen der Bodenbildung unterbrochen werden. Das entsprechende Wirkungsgefüge beginnt im Neolithikum und umfaßt sämtliche vorgeschichtliche Epochen, steht also im Widerspruch zu den Aussagen **Brunnackers (1958a, 1959)**, der überwiegend von einer einmaligen Verfüllung der pleistozänen Vorformen durch kolluviale Sedimente ausgeht. Mit Ausnahme einer *kräftigen Ausräumungsphase* an der Wende Bronze-/Eisenzeit verläuft die Kolluvienbildung in einem ruhigen Sedimentationsmilieu. Eine extreme Steigerung der Bodenerosion mit Beginn der Bronzezeit nach verhaltenem Beginn im Neolithikum und geringen postbronzezeitlichen Umlagerungen kann **Vogt (1995)** am Bodensee mit Hilfe einer AMS-datierten Sedimentabfolge rekonstruieren.

In den südniederländischen Lößlandschaften stellt **Mücher (1986)**²⁴ eine grobe zeitliche Differenzierung der Bodenerosion vor: Örtlich finden sich älteste, mittelnolithische Kolluvien, flächenhaft tritt ein älteres vorgeschichtliches Kolluvium auf, das allerdings zeitlich nicht weiter aufgelöst wird und vom Jungneolithikum bis in die Römerzeit reicht. Abgeschlossen wird die kolluviale Abfolge durch ein jüngeres mittelalterliches bis neu-

²⁴ Bei **Mücher (1986: 68-70)** findet sich eine kurze Zusammenstellung vorgeschichtlicher und historischer Bodenerosion in Europa.

zeitliches Kolluvium. Insgesamt treten damit drei Hauptphasen prähistorischer und historischer Bodenerosion in Erscheinung.

Neben den zusammenschauenden Darstellungen von **Butzer (1974)** und **Lozek (1976)** sowie den zeitlich umfassenderen Arbeiten von **Scheffer & Meyer (1964)**, **Lüning et al. (1971)** und **Bork (1983)** und regionalen Zusammenstellungen (**Biel 1995a, ed.**) gibt es lediglich Einzeldarstellungen zur vorgeschichtlichen Bodenerosion.

Sowohl ausgewählte Einzelbefunde als auch übergreifende Darstellungen sind in Tab. 6 (Kap. 9.2) und Abb. 3 zusammengefaßt.

Im folgenden werden Befunde zu vorgeschichtlicher Bodenerosion zeitlich geordnet diskutiert:

Neolithische Kolluvien

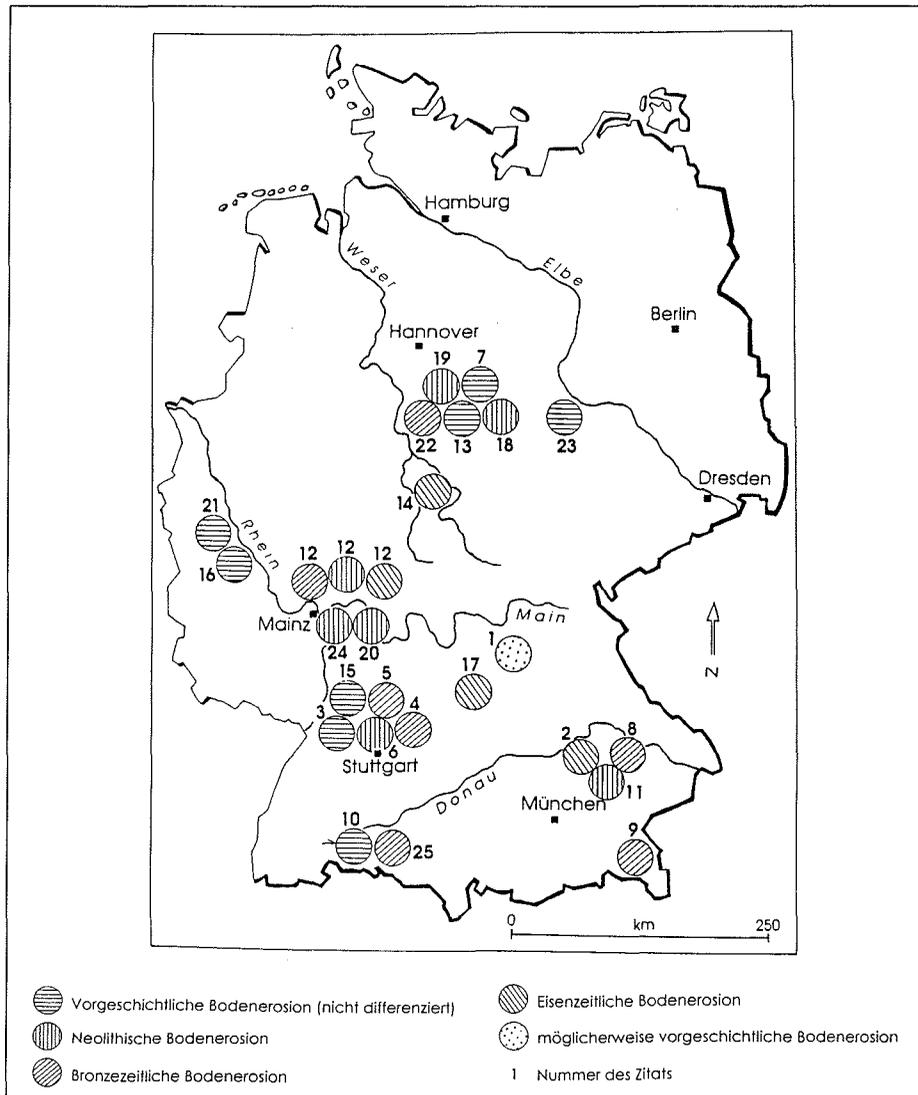
Vergleichsweise häufig sind Einzelbefunde zu neolithischen Bodenverlagerungen und Kolluvien. Hinweise auf Ackerbau und älteste Kolluvien finden sich bei **Semmel (1995)** im Rhein-Main-Gebiet und bei **Bleich & Papenfuß (1996)** im Kraichgau. Mit einem Alter um 8000 BP (^{14}C) sind sie jedoch älter als die ältesten bandkeramischen ^{14}C -Daten in Mitteleuropa (**Stäuble 1995**) und können statistisch nicht mit neolithischen Kulturen und Ackerbautätigkeiten in Verbindung gebracht werden. Das Alter dieser Kolluvien ist demnach ergänzend zu hinterfragen.

Stäuble (1995) diskutiert aus archäologischer Sicht ausführlich die Daten von **Semmel (1995)**. Sie lassen sich *nicht* mit den archäologischen Befunden verknüpfen. Sowohl dort als auch bei **Bleich & Papenfuß (1996)** wird „humose Grundsubstanz“ (**Semmel 1995: 159**) bzw. humoses Material (**Bleich & Papenfuß 1996: 86-87**) datiert. Dabei ist zu erläutern, ob das datierte Material dem Moment der kolluvialen Bodenverlagerung entspricht, oder ob möglicherweise eine Vermischung mit älterem Humus stattgefunden hat. „Wir müssen damit rechnen, daß die Datierungen von humosem Material im günstigsten Fall den Mittelwert der gesamten Dauer der Bodenbildungsprozesse repräsentieren“ (**Stäuble 1995: 167**). Dafür sprechen gleichzeitig die hohen Standardabweichungen der Daten. Ähnlich betrachten auch **Bleich & Papenfuß (1996)** das ^{14}C -Alter aus einer „humusärmeren“ deckenden Schicht als ein „Durchschnittsalter“. *Nur* unter Berücksichtigung dieser Prämisse können die Daten „zwanglos mit einer Rodung am Beginn der Jungsteinzeit [...] in Zusammenhang [gebracht werden]“ (**Bleich & Papenfuß 1996: 87**).

Neben diesen problematisch einzuordnenden, (ältest-)neolithischen Kolluvien stammen weitere Hinweise auf jungsteinzeitliche Umlagerungen von **Lang & Wagner (1996)** aus dem Kraichgau (Lokalität „Bruchsal Aue“).

Hier konnten im Umfeld eines neolithischen Siedlungsplatzes mit Spuren der Bandkeramik und der Michelsberger Kultur Kolluvien mit der IRSL-Methode datiert werden. Im Gegensatz zu den methodischen Problemen, die bei der Altersbestimmung humoser Substanz mit der ^{14}C -Methode auftreten, bietet diese Methode die Möglichkeit, „die Sedimentation einzelner fluvialer, kolluvialer, äolischer und limnischer Schichten direkt zu datieren“ (**Lang 1995: 23**). Die mit Hilfe der IRSL-Methode ermittelten Alter der kolluvialen Sedimente lassen sich mit den siedlungsgeschichtlichen Befunden in Einklang bringen. Erste Umlagerungen finden in der Zeit um 7500±1300 Jahren (IRSL-Alter)²⁵ statt. Diese Prozesse können mit der linienbandkeramischen Besiedlung korreliert werden. Spätere, stärkere Umlagerungen weisen ein IRSL-Alter von 5300±900 Jahre auf und schließen damit die Michelsberger Kultur mit ein. Allerdings sind die Standardabweichungen der IRSL-Daten augenblicklich noch so hoch, daß sie für genauere archäologische Bezüge nicht exakt genug sind.

²⁵ Bei den IRSL-Altern handelt es sich um Kalenderjahre.



1= Abraham de Vazquez et al. (1985)	2= Bakels & Modderman (1986)	3= Behrends (1995)	4= Bibus (1989)	5= Bleich (1995)
6= Bleich & Papenfuß (1996)	7= Bork (1983)	8= Brunnacker (1958a)	9= Brunnacker et al. (1976)	10= Dieckmann (1995)
11= Engelhardt (1994)	12= Giessübel (1977)	13= Hempel (1956)	14= Huckriede (1971)	15= Lang & Wagner (1996)
16= Lüning et al. (1976)	17= Nadler (1992)	18= Rohdenburg et al. (1962)	19= Rother (1989a)	20= Salle (1993)
21= Schalich (1978)	22= Scheffer & Meyer (1964)	23= Litt (1986)	24= Semmel (1995)	25= Vogt (1995)

Abb. 3: Karte mit der Lage von Standorten zur Untersuchung vorgeschichtlicher Bodenerosion in Deutschland. Die Karte stellt die regionale Verteilung von Befunden zur vorgeschichtlichen Bodenerosion dar. Es zeigt sich, mit wenigen Ausnahmen, ein Schwerpunkt in den Lößgebieten und deren Umrahmungen.

Darüber hinaus wird ein altneolithisches Kolluvium von **Saile (1993)** im hessischen Reinheimer Becken beschrieben, das sich im Liegenden einer auf 6140 ± 115 BP (^{14}C) datierten Siedlungsgrube befindet. Ähnlich alte Kolluvien (6970 ± 100 BP (^{14}C), 6230 ± 100 BP (^{14}C)) beschreibt **Giessübel (1977: 106)** im südlichen Taunusvorland. Dieses Alter kann nach **Stäuble (1995)** noch mit der ältestbandkeramischen Besiedlung des Raumes verknüpft werden, ebenso etwas jüngere Kolluvien bei **Semmel (1986)**, die Alter von etwa 6900 ± 120 BP (^{14}C) besitzen. Auch **Thiemeyer (1989a)** weist in der Wetterau auf mögliche neolithische Umlagerungen hin, kann sie jedoch aufgrund mangelnder Datierungshinweise zeitlich nicht sicher einordnen.

Neben dem Rhein-Main-Gebiet und dem Kraichgau, für den **Behrends (1995)** einen Höhepunkt im Erosionsgeschehen in der spätneolithischen Michelsberger Kultur annimmt, sind neolithische Umlagerungen auch aus anderen Regionen dokumentiert. In Niedersachsen (Harzvorland) können **Rohdenburg et al. (1962)** archäologisch datierte, spätneolithische, schwarzerdebürtige „Hanglehme“ dokumentieren.

Auf einer Schwarzerdeoberfläche erfolgte die Anlage einer spätneolithischen Siedlungsstelle. Diese ehemalige Oberfläche wird an den Hangflanken durch einen dunklen, schwarzerdebürtigen Hanglehm (Kolluvium) überdeckt, „der sich durch Lößbrandstücke als spätneolithisch-anthropogen erweist und sich farblich deutlich von dem später darüber sedimentierten Auenlehm absetzt“ (**Rohdenburg et al. 1962**). Auch **Scheffer & Meyer (1958)** weisen im Leinetal eine verhältnismäßig starke Abtragung von Löß-Schwarzerden bereits im Neolithikum nach. Ältere, altneolithische Schwemmfächer und Kolluvien beschreibt **Rother (1989a: 90, 1989b: 76)** aus dem südniedersächsischen Ilmetal.

Auch aus dem Hegau (**Dieckmann 1995**), dem Bodenseeraum (**Vogt 1995**), dem Rheintal (**Lüning et al. 1971, Schalich 1978, 1988**) und aus Bayern (u.a. **Brunnacker 1958a, Engelhardt 1994**) werden neolithische Kolluvien beschrieben.

Brunnacker (1958a) stellt ein neolithisches Kolluvium im oberbayerischen Moosinning vor. Ausführlich schildert **Engelhardt (1994)** neolithische Umlagerungserscheinungen im Isartal bei Landshut (Altheimer Feuchtbodensiedlung Ergolding-Fischergasse um 4600 bis 4900 BP (^{14}C)). Dabei kommt „die Erosion nach dem Ende der Altheimer Siedlung zum Erliegen, so daß das Kolluvium über der Siedlung in den folgenden 4000 Jahren kaum anwuchs. So befindet sich das Niveau der frühmittelalterlichen Gründungssiedlung von Ergolding nur wenige Dezimeter über dem der obersten Altheimer Kulturschicht“ (**Engelhardt 1994: 42**).

Hofmann (1995: 23) beschreibt im Umfeld dieser Feuchtbodensiedlung einen Schwemmlöß, der aufgrund von ^{14}C -Daten des liegenden Niedermoortorfes jünger als 5330 BP (^{14}C) ist und damit möglicherweise bereits auf die früheste Bodenerosion in diesem Raum hinweist. Allerdings grenzt **Hofmann (1995)** die hangenden, insgesamt stärker verwitterten, nicht datierten Kolluvien von den Schwemmlössen ab, denen er keine anthropogene Herkunft zuschreibt. **Atchinson (1995: 25)** versucht dagegen die Schwemmlößschichten mit Siedlungstätigkeiten in der Altheimer Feuchtbodensiedlung zu verknüpfen. Ergänzend zur Darstellung **Engelhardts (1994)** weist **Atchinson (1995)** jedoch gleichzeitig auf die Möglichkeit einer größeren postaltheimerzeitlichen Abtragung hin.

Darüber hinaus wird in einigen Publikationen ganz allgemein von einem Beginn der anthropogen gesteuerten Abtragung im Neolithikum gesprochen (u.a. **Smolkova & Lozek 1973, Vasatko & Lozek 1973** in Böhmen und Mähren). Allerdings handelt es sich dabei oftmals um stark generalisierte Aussagen, die kaum von Datierungen gestützt werden. Die ausschließlich lokale Bedeutung dieser Kolluvien wird dabei immer wieder betont.

Bronzezeitliche Kolluvien

In der mitteleuropäischen Bronzezeit nehmen die Hinweise auf eine nun verstärkte und räumlich umfassendere Bodenerosion zu. Im Bodenseeraum dokumentiert **Vogt (1995)** eine intensivierte Ablagerungstätigkeit, die er auf technische Neuerungen im Ackerbau (aufkommender Pflugbau) zurückführen möchte.

Im Profil Hornstaad am Bodensee sind in einem etwa 250cm mächtigen Profil ca. 50% des sedimentierten Materials frühbronzezeitlich in weniger als 500 Jahren umgelagert worden. In den vorhergehenden bzw. nachfolgenden Kulturepochen sind kaum Umlagerungserscheinungen feststellbar (Vogt 1995: 47). Dies bedeutet, daß innerhalb dieses Profils mehrere Stabilitäts- und Aktivitätsphasen abgrenzbar sind und von einer stetigen Verfüllung des Akkumulationsbereiches nicht ausgegangen werden kann. Hinweise auf pedogenetische Prozesse, die in den entsprechenden Stabilitätsphasen nach der frühbronzezeitlichen Akkumulation abgelaufen sein sollten, werden jedoch nicht beschrieben. Vogt (1995: 46) macht für den enormen Sedimentzuwachs in der Frühbronzezeit den aufkommenden Pflugbau verantwortlich, wobei es sich hier um ein sehr frühes Einsetzen der Pflugtechnik handeln würde (vgl. Kap. 2.1.4).

Beschreibungen hoher frühbronzezeitlicher Abtragungsvorgänge sind allerdings selten. Hinweise auf verstärkte Bodenerosion treten gehäuft erst wieder in der Spätbronzezeit auf. Brunnacker (1958a) dokumentiert urnenfelderzeitliche Kolluvien im niederbayerischen Dugau und parallelisiert sie mit den ersten ausgeprägteren Rodungserscheinungen in diesem Raum. In Südbayern beschreiben Brunnacker et al. (1976) die anthropogen ausgelöste Bildung von Schwemmfächern.

Auf den Randhöhen des Reichenhaller Beckens setzen in der Bronzezeit umfangreiche Rodungen ein. Die Rodungen führen zu umfangreichen Materialverlagerungen und zur Bildung von Schwemmfächern in trockengelegten Bereichen des Beckens und des Saalach-Tales. In solch niederschlagsreichen Regionen können nach Brunnacker et al. (1976) diese Vorgänge nicht klimatisch bedingt sein, der Einfluß der anthropogenen Formung dominiert.

Im Neckar-Enz-Gebiet erwähnt Bibus (1989: 79) ein spätbronze-/ bis früheisenzeitliches, humoses, braunes Kolluvium, das eine Mächtigkeit von bis zu einem Meter erreicht. Eine Bodenbildung in diesem Kolluvium wird nicht geschildert. Kolluviale Sedimente vergleichbaren Alters werden auch von Bleich (1995) und Dieckmann (1995) in Südwestdeutschland und von Giessübel (1977: 106²⁶) im südlichen Taunusvorland vorgestellt. Einen erheblichen flächenhaften, zeitlich nicht weiter differenzierten bronzezeitlichen Abtrag stellen auch Scheffer & Meyer (1964) zur Diskussion. Lüning et al. (1971) schildern eine Erosionsdiskordanz in Dellenerfüllungen, die auf eine kräftige *Ausräumungsphase* an der Wende Bronze-/Eisenzeit schließen lassen.

Insgesamt wird von einer im Vergleich zu den neolithischen Kulturepochen, flächenhaften und tiefgreifenderen Bodenerosion in der Bronzezeit ausgegangen. Dabei ist eine Konzentration auf spätbronze- bis früheisenzeitliche Kolluvien erkennbar. Am Ende der Bronzezeit kommt es großflächig zu Umlagerungserscheinungen, die einen größeren Umfang erreichen als frühere Bodenerosionsvorgänge (vgl. Butzer 1974, Jäger & Lozek 1978b). Vorwiegend wird diese gesteigerte Bodenerosion mit einer verstärkten spätbronzezeitlichen Besiedlung verknüpft, die für größere flächenhafte Abtragungsbeträge verantwortlich ist. Klimatische Aspekte sind jedoch gerade an der Wende Bronze-/Eisenzeit zu betrachten, wie einzelne Hinweise auf Ausräumungsphasen zeigen.

Eisenzeitliche Kolluvien

Aus dem Hienheimer Lößgebiet bei Kelheim legen Bakels & Modderman (1986) Belege für spätbronze-/früheisenzeitliche Umlagerungen (2730±90 BP (¹⁴C)) vor, wobei aus archäologischen Erwägungen eher eine hallstattzeitliche Umlagerung vermutet wird. Der Entwaldungsprozeß und die damit verbundene Abtragung hat in diesem Raum in der Hallstattzeit bereits beträchtliche Ausmaße angenommen. Über die ursprüngliche lokale Vegetation in der Prähallstattzeit mit Ausnahme der Linienbandkeramik (vgl. Bakels 1978) können keine

²⁶ 3180±70 BP (¹⁴C).

exakten Aussagen getroffen werden. Auffällig ist, daß diese früheisenzeitlichen Kolluvien im Umfeld älterer, neolithischer Siedlungsstrukturen auftreten, hier also Siedlungsbefund und Alter des kolluvial umgelagerten Materials nicht exakt übereinstimmen.

Im mittelfränkischen Marktbergel beschreibt **Nadler (1992)** mehrere Meter mächtige Sedimente, deren Altersstellung zwischen der Hallstatt- und der Spätlatènezeit liegt. Übergreifend läßt sich in Bayern an mehreren Orten eine verstärkte latènezeitliche Bodenerosion rekonstruieren (**Brunnacker 1959: 142**).

Nadler (1992: 44) beschreibt Sedimentumlagerungen von nahezu drei Metern: „Während zwischen [den Siedlungsresten der endneolithischen] Schnurkeramik und [der] Hallstattzeit [...] keine Veränderungen [der Höhenlage] erkennbar sind, zeigen spätlatènezeitliche Lesefunde [...], daß bis zu diesem Zeitpunkt die mehrere Meter mächtige Überdeckung [...] erfolgt sein muß.“

Aus Hessen stammen ebenfalls einige Befunde, die eisenzeitliche Bodenerosion belegen können (**Huckriede 1971, Giessübel 1977, Semmel 1993**).

Huckriede (1971) findet einen wahrscheinlich eisen-, möglicherweise auch römerzeitlich²⁷ umgelagerten Löß im Umfeld eisenzeitlicher Höhensiedlungen, mit denen die Umlagerungserscheinungen ursächlich in Verbindung gesetzt werden. Die ungenaue ¹⁴C-Datierung wird dabei mit Hilfe faunistischer Befunde konkretisiert. Diese Löß-Umlagerung „kann nur durch Wald-Rodung des vorgeschichtlichen Menschen erklärt werden“ (**Huckriede 1971: 5**). Gleichzeitig weist er auf ein möglicherweise häufigeres Auftreten vorgeschichtlicher Umlagerung im Hessischen Bergland hin: „Sicherlich werden sich bei näherem Hinsehen noch zahlreiche Beispiele derselben ausmachen lassen, vor allem an den Akkumulationsbereichen der Berghänge“ (**Huckriede 1971: 13**). In Bereichen des kristallinen Odenwaldes kann **Semmel (1993)** Umlagerungen ähnlichen Alters (zwischen 2500 und 2000 BP (¹⁴C)) nachweisen. **Giessübel (1977: 107)** beschreibt, daß „in der keltischen Siedlungsepoche [...] alle²⁸ untersuchten Hangfuß-Akkumulationen im südlichen Taunus-Vorland aktiv“ sind (Ein Alter von 2450±70 BP (¹⁴C) in einer Tiefe von 100-120cm wird genannt). „Diese weitverbreiteten Bodenumlagerungen bereits vor der Zeitenwende werden um so verständlicher, wenn man berücksichtigt, daß im Taunus und seinem Vorland einer der größten bekannten Siedlungsschwerpunkte der damaligen Zeit lag“ (**Giessübel 1977: 107**).

Im Vergleich zur Bronzezeit lediglich geringe Bodenerosionsbeträge können **Scheffer & Meyer (1964)** aus Rosdorf bei Göttingen (Niedersachsen) mitteilen.

Insgesamt nehmen aus Kolluvien ableitbare eisenzeitliche Bodenumlagerungen aber einen erstaunlicherweise geringen Anteil im Vergleich sowohl zu neolithischen als auch zu bronzezeitlichen Kolluvien ein.

Diskussion der kolluvialen Befunde zur vorgeschichtlichen Bodenerosion im mitteleuropäischen Raum

Aufgrund der Heterogenität der „kolluvialen Befunde“ zur vorgeschichtlichen Bodenerosion wird deutlich, daß sich aus Kolluvien alleine kaum ein überregionales raum-zeitliches Modell zur vorgeschichtlichen Bodenerosion ableiten läßt, auch wenn Grundtendenzen im Verlauf der Vorgeschichte deutlich werden (**Butzer 1974, Lozek 1976, Bork 1983**). Nur wenigen Untersuchungen ist es möglich, Bodenerosionsvorgänge aus unterschiedlichen vorgeschichtlichen Kulturepochen an ein und demselben Ort zu erfassen (**Lüning et al. 1971**). Meist stehen die Befunde in direkter Verknüpfung mit den jeweiligen archäologischen Erkenntnissen an den entsprechenden Untersuchungsstandorten, wobei selbst hier nicht immer eindeutige Verbindungen bestehen müssen (vgl. **Bakels & Modderman 1986**).

Übergreifend wird der denudative Charakter der vorgeschichtlichen Bodenerosionsvorgänge betont, Dellen und Trockentäler werden eingeebnet und schließlich verfüllt. Die quasinatürliche

²⁷ ¹⁴C-Alter 2070±450 (BP).

²⁸ Unterstreichung hinzugefügt.

holozäne Reliefformung kann dabei mit der Untersuchung kolluvialer Sedimente gut erfaßt werden. Den pleistozänen Formen wird gleichfalls eine steuernde Kontrollfunktion auf die Bodenerosion zugesprochen. Methodische Probleme stellen sich oftmals bei der Abgrenzung pleistozäner und holozäner Formen bzw. Sedimente dar (**Huckriede 1971**). Die Sedimentationsvorgänge, die sich in den ehemaligen pleistozän entwickelten Formen abspielen, können vollständig innerhalb einer Siedlungsphase ablaufen (**Brunnacker 1958a**). Sie können aber auch durch einen mehr oder minder rhythmischen, von der Siedlungsentwicklung gesteuerten Wechsel von Sedimentation und Bodenbildung gekennzeichnet sein (**Lüning et al. 1971**), zeitlich kontinuierlich ohne Bodenbildung (**Giessübel 1977**) oder sehr diskontinuierlich ablaufen (**Vogt 1995**). Dadurch sind Aussagen über Sedimentationsraten kaum möglich und nur bei einer entsprechend genauen zeitlichen Einordnung einzelner kolluvialer Folgen sinnvoll. Fast ausschließlich werden die entsprechenden Umlagerungserscheinungen mit verstärkten anthropogenen Eingriffen in den Landschaftshaushalt in Verbindung gebracht, wobei immer wieder ein Bezug zur vorgeschichtlichen Entwicklung des Ackerbaus angestrebt wird. Selbst die Bildung mächtiger Schwemmfächer kann demnach ausschließlich auf menschliche Eingriffe zurückgeführt werden (**Brunnacker et al. 1976**). Belege für Phasen erhöhter vorgeschichtlicher Ausräumung, als mögliche Hinweise auf extreme klimatische Ereignisse, treten selten auf oder werden nicht explizit mit klimatischen Parametern verknüpft (**Lüning et al. 1971**). Fragen zur Bodenbildung in Kolluvien spielen, so sie bei den Untersuchungen nicht ausdrücklich in den Vordergrund gestellt werden, nur eine untergeordnete Rolle. Dafür wird die weitreichende ökologische Bedeutung der Böden und damit der Bodenerosion für das Siedlungs- und Wirtschaftsverhalten vorgeschichtlicher Kulturen anerkannt. Siedlungsverlagerungen bzw. -aufgaben werden an vielen Orten mit Bodenerosion verknüpft (u.a. **Butzer 1974**). Auf äolische Abtragung als Folge der Ackerbautechniken und die Bildung lokaler Flugsanden wird an verschiedenen Orten eingegangen (u.a. **Brunnacker 1958a, Schultz-Klinken 1981**). Weniger Beachtung findet die Winderosion im Hinblick auf die Abtragung der Oberbodenhorizonte der Parabraunerden, die gerade auf den altbesiedelten Terrassen ebenfalls eine gewisse Bedeutung haben sollte.

Erschwerend bei der Bewertung des Ausmaßes vorgeschichtlicher Landschaftsformung durch Bodenerosion ist die oftmals fehlende oder nicht eindeutige Datierung. Sowohl die Altersbestimmung anhand archäologischer Funde (**Litt 1986**), als auch, in Abhängigkeit von den jeweils zu datierenden Materialien, die ¹⁴C-Datierung (**Stäuble 1995**) ist mit methodischen Problemen behaftet. Die IRSL-Datierung dagegen kann recht sicher den Zeitpunkt kolluvialer Umlagerungen datieren. Allerdings bleiben die Standardabweichungen bislang so hoch, daß eindeutige Zuordnungen zu entsprechenden vorgeschichtlichen Kulturepochen nicht immer möglich sind (vgl. **Lang & Wagner 1996**).

Die Bedeutung der vorgeschichtlichen Bodenerosion für die holozäne Reliefentwicklung wird insgesamt als gering eingeschätzt (**Bork 1983, Clemens & Stahr 1994**). Sie kann jedoch an manchen Orten für die lokale Landschaftsentwicklung von entscheidener Bedeutung sein (**Brunnacker 1958a, 1959, Bleich & Papenfuß 1996**). Die grundsätzlich wirksame Verstärkung der Bodenerosion im Laufe der vorgeschichtlichen Epochen hat einen ersten überregional erkennbaren Höhepunkt am Ende der Bronzezeit. Hier stellt sich die Frage, ob neben der anerkannt bedeutsamen Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung nicht auch klimatische Faktoren Einflüsse ausgeübt haben können, wie sie sich in der Rekonstruktion des holozänen Klimas äußern (vgl. Tab. 3, Phase 4). Aus den genannten Gründen ist es nicht möglich, kolluviale Sedimente für die Rekonstruktion des Wirkungsgefüges der mittel- bis jung-holozänen Landschaftsentwicklung sehr hoch zu bewerten. Ergänzende Befunde aus der Untersuchung und Interpretation von Auenlehmen bleiben deshalb unumgänglich und werden nachfolgend aufgeführt.

2.2.2 Auenlehme und ihre Bedeutung für die Rekonstruktion holozäner Landschaftsgeschichte

Wie bereits die Befunde zu den kolluvialen Ablagerungen belegen, ist das Holozän längst nicht mehr als eine ereignislose Phase der Erdgeschichte zu betrachten (**Brunnacker 1977: 238**). Holozäne Landschaftsgeschichte spiegelt sich auch in der Entwicklung der fluvialen Systeme wider. Die Untersuchungen in den Auen mitteleuropäischer Flüsse zeigen, „daß sich die holozäne Flußentwicklung im allgemeinen durch die Aufeinanderfolge von Stabilitäts- und Aktivitätsphasen mit der Bildung eigenständiger Auenterrassen auszeichnet“ (**Hilgart 1995: 47**). Auensedimente sind Zeugen dieser Entwicklungsgeschichte.

Nicht einheitlich definiert wird in der Literatur der Begriff Aue(n)lehm. **Reichelt (1953: 245)** versteht unter Auenlehmen „feinkörnige Hochwasserablagerungen von Flüssen und Bächen, die aus Feinsand [...], Schluff [...] und Ton in wechselnden Anteilen zusammengesetzt sind und gemäß der internationalen Nomenklatur der Bodenarten „Lehme“ darstellen.“ **Mensching (1957: 110)** definiert Auenlehm als „ein fluviatiles Sediment, das sich in rezenter, d.h. nacheiszeitlicher Zeit in oft mächtigen Decken im Überschwemmungsgebiet der Flüsse abgelagert.“ **Händel (1967: 153)** begreift unter Auenlehm „alle bindigen Substrate [...], die in einem mehr oder minder zusammenhängenden Komplex die Sedimentation in den heutigen Fluß- und Bachauen nach oben abschließen.“ Zum Begriff „Auelehm“ stellt **Thomas (1993: 15)** zusammenfassend fest: „[...] „Auelehm“ umschreibt nur im engeren Sinn ein quasinatürliches²⁹, relativ junges Hochflutsediment. Auelehme im weiteren Sinne können zu jeder Zeit abgelagert werden.“ **Ahnert (1996: 207)** umreißt den Begriff lediglich indirekt: „Die Überschwemmung der weiter vom Fluß entfernten Teile der Talauere bringe dort vorwiegend Schwebfracht zur Ablagerung, also Feinsand-, Schluff- und Tonpartikel, die den **Auelehm**³⁰ bilden.“ Begriffe wie Auenlehm und Auensediment werden zuweilen synonym, teils aber auch unterschiedlich benutzt.

Im Sinne einer einheitlichen Begriffsführung werden in den eigenen Ausführungen unter *Auensedimente* alle spätglazialen und holozänen Sedimente verstanden, die innerhalb der Flußauen abgelagert werden³¹. Sind diese Auensedimente aus den Hauptbodenarten Ton, Schluff und Lehm³² aufgebaut, werden sie - unabhängig von ihrer Genese - als *Auenlehme* (= tonige, schluffige und lehmige Auensedimente) bezeichnet. Weitere Auensedimente werden anhand ihrer charakteristischen Eigenschaften als sandige oder humose Auensedimente bezeichnet. Auf die Verwendung zusätzlicher Begriffe - wie Auensande - wird verzichtet.

Im Gegensatz zu Kolluvien, die lediglich räumlich eng begrenzte Bodenerosionserscheinungen belegen können, stellen Auenlehme die korrelaten Sedimente der Abtragung oberhalb ihres (gesamten) Flußeinzugsgebietes dar³³. Während jedoch Kolluvien als korrelate Sedimente der Bodenerosion eindeutig definiert und anerkannt sind, ist das Wirkungsgefüge, das zur Ablagerung von Auenlehmen führt, gerade für die Zeitabschnitte der vorgeschichtlichen Besiedlung noch nicht vollständig erforscht. Es wird teilweise kontrovers diskutiert. Die Frage nach diesem Wirkungsgefüge bleibt bedeutend, obschon die weitverbreiteten Auenlehmablagerungen übereinstimmend als Folgen anthropogener Veränderungen interpretiert werden (**Becker 1982: 110**). Deshalb ist es notwendig, nach den steuernden Prozessen der mittel- bis jungholozänen fluvialen Geomorphodynamik zu fragen, um Aussagen zur vorgeschichtlichen Bodenerosion und zur Bildung von Auenlehmen miteinander verknüpfen zu können.

²⁹ Unterstreichung hinzugefügt.

³⁰ Hervorhebung im Original.

³¹ Vgl. die Ausführungen der Abschlußdiskussion im Protokoll über das 5. Wissenschaftliche Kolloquium im DFG-Schwerpunktprogramm „Wandel der Geo-Biosphäre während der letzten 15.000 Jahre“ am 7. und 8. März 1996 in Jena (Seite 49).

³² Bodenarten im Sinne der **Arbeitsgruppe Boden (1994)**.

³³ Auf die Möglichkeiten und Grenzen der Bilanzierung von Bodenerosion in Flußeinzugsgebieten anhand der Untersuchung der Auenlehme wird am Ende dieses Kapitels ausführlicher eingegangen.

In welchem Umfang sind klimatische, anthropogene oder flußinterne (= systemimmanente) Steuerungsgrößen („dreigliedriges flußmorphologisches Kräftespiel“ nach Hilgart 1995: 53) für die Entwicklung der mitteleuropäischen Flüsse dieser Zeit verantwortlich? Damit werden Fragen der holozänen fluvialen Geomorphodynamik angeschnitten, die über die isolierte Betrachtung der Auenlehme hinausgreifen. Desweiteren sind auch Überlegungen zu den Ablagerungsbedingungen für Auenlehme in den Auen anzusprechen.

Hilgart (1995: 45-46) stellt unter Hinweis auf die zahlreiche, v.a. angelsächsische Literatur, ausführlich die wissenschaftsgeschichtliche Entwicklung bei der Erforschung fluvialer Paläoprozesse und ihrer Steuerungsfaktoren dar. Im Mittelpunkt flußmorphologischer und -dynamischer Untersuchungen stand zunächst die Ermittlung der „grundsätzlichen Abhängigkeiten zwischen Abfluß, Sedimentführung und Gerinnebettgeometrie sowie die damit in Zusammenhang stehende Gerinnehydraulik und das Erosions-/Akkumulationsverhalten [...] qualitativ und quantitativ näher zu fassen“ (Hilgart 1995: 45). Hierzu kamen wichtige Anregungen aus dem Bereich der wasserbaulichen Ingenieurwissenschaften. Besonderen Einfluß gewinnt die fluviale Systemanalyse, die systemtheoretische Begriffe wie „Stabilität, Empfindlichkeit, Gleichgewicht und Schwellenwert“ (u.a. Brunsden & Thornes 1979, Schumm 1979) in die Untersuchung der Steuerung fluvialer Prozesse integriert. Flüsse werden dadurch als dynamische Erscheinungen faßbar, deren Entwicklung von internen und externen Faktoren abhängt. Die aktual-geomorphologischen Sachverhalte sind nachfolgend in die Analyse paläohydrologischer Verhältnisse eingebaut worden, so daß die raum-zeitlichen Veränderungen fluvialer Systeme in ihren Ursachen besser verstanden werden konnten. Ergebnisse, die aus diesen Ansätzen erwachsen, sind auch von großer Bedeutung für das Verständnis der Bildung von Auenlehmen. Zusammenfassungen zum jeweiligen Kenntnisstand der Auenlehmforschung finden sich neben der genannten Arbeit von Hilgart (1995), u.a. bei Reichelt (1953), Mensching (1957), Händel (1967), Mäkel (1969), Litt (1986) und Thomas (1993³⁴).

Arbeiten zur holozänen Flußgeschichte konzentrieren sich bislang vorwiegend auf die Untersuchung größerer mitteleuropäischer Flüsse. Fließgewässer niedrigerer Ordnung im Sinne Hortons³⁵ (vgl. Mangelsdorf & Scheurmann 1980: 181-182, Schmidt 1984: 33) sind seltener Gegenstand entsprechender Arbeiten (Ausnahmen stellen u.a. Untersuchungen von Habbe & Reger 1985, Rother 1989a, 1989b und Barsch et al. 1993 dar).

Hagedorn & Rother (1992: 423) weisen auf diesen Schwerpunkt fluvialmorphologischer Arbeiten hin. Sie betonen gleichzeitig die Bedeutung kleinerer Flußsysteme für die Rekonstruktion von Paläoumwelten:

1. "What is the character of the sediments in the floodplains of the tributaries? [...] Is a stratigraphic division possible?"
2. Are there systematic differences in floodplain sedimentology between the main stream and the tributaries?"
3. How have climate and human impacts influenced fluvial morphodynamics?"

Kleineren Flußgebieten gilt es größere Aufmerksamkeit zu schenken, da sie in direkter Beziehung zu den vorgeschichtlichen Besiedlungsvorgängen zu sehen, und die Einflußgrößen ihrer Einzugsgebiete besser zu rekonstruieren sind als jene größerer Flüsse. Auch Kreuz (1990: 15) betont die Bedeutung der Untersuchung kleinerer Flußeinzugsgebiete in bezug auf die Rekonstruktion vorgeschichtlicher Umweltverhältnisse.

Aber „über die Erscheinungsform der Sedimente in den Nebentälern, ihre mögliche Gliederung und die räumlichen oder zeitlichen Veränderungen der Morphodynamik ist kaum etwas bekannt“ (Rother 1989b: 13).

Im folgenden werden ausgewählte Befunde und Interpretationen zu Auenlehmen regional geordnet vorgestellt, anschließend diese Ansätze diskutiert sowie schließlich Möglichkeiten und Grenzen der Bilanzierung der Bodenerosion unter Verwendung von Auenlehmen vorgestellt.

Tab. 7 (Kap. 9.2) zeigt ausgewählte Ergebnisse zur mitteleuropäischen holozänen fluvialen Morphodynamik.

³⁴ Thomas (1993: Tab. 1) entwirft eine „synoptische Tabelle Holozän“, in denen die Ergebnisse zur holozänen Flußentwicklung in Mitteleuropa anschaulich zusammengestellt sind.

³⁵ In dieser hierarchischen Klassifikation haben Flüsse 1. Ordnung keine Nebenflüsse, Flüsse 2. Ordnung nur Nebenflüsse 1. Ordnung, Flüsse 3. Ordnung Nebenflüsse 1. und 2. Ordnung usw.

In den Anfangsjahren der Auenlehmforschung wird die Entstehung dieser Sedimente mit der „Verfeuchtung“ des Klimas am Übergang vom Subboreal zum Subatlantikum verknüpft (**Grahmann 1934**³⁶, **Tackenberg 1937**³⁷). Untersuchungen der 50er und 60er Jahre belegen zunehmend anthropogene Faktoren als Auslöser für die Bildung von Auenlehmen. **Nietsch (1955)** weist bei seinen Untersuchungen an der Weser unter Berufung auf **Natermann (1942)**³⁸ darauf hin, daß für den Beginn der Auenlehmmablagerung möglicherweise jener Zeitpunkt maßgeblich ist, zu dem der Ackerbau flächenhafte Areale einzunehmen beginnt. Dem vorgeschichtlichen Wegenetz wird eine große Bedeutung für die Abtragungsvorgänge zugewiesen: Abtragung findet überwiegend *linear* an den Wegen und in den Wasserläufen statt. Der Anteil der Flächenspülung wird als gering erachtet (**Nietsch 1955**).

„Die Wege sammelten das durch Beweidung [...] vermehrte Ablaufwasser von den Brachlandflächen und leiteten es den Bächen zu, wodurch auch deren Erosion angeregt wurde“ (**Nietsch 1955: 31**). Daraus läßt sich folgende Schlußfolgerung ableiten: „[...] so gering, daß [das abgespülte Material] für die Lehmabildung praktisch ausfiel, kann der Abtrag in Zeiten vorgeschichtlicher Besiedlung nicht gewesen sein“ (**Nietsch 1955: 32**). Die an der Weser nachweisbaren vorgeschichtlichen Auenlehme korrespondieren mit dieser Vorstellung. Außer der Ablagerung der Auenlehme bewirkt die Zurückdrängung des Waldes auch Unregelmäßigkeiten des Abflusses. Zusätzlich versucht **Nietsch (1955: 37)** bereits „systemimmanenten“ Faktoren der fluvialen Morphodynamik in seiner Argumentation Raum zu geben: „Wurde die Entstehung der Lehmdecke [...] durch die menschliche Siedlung ausgelöst, wobei [...] der Zeitpunkt [in die Vorgeschichte] zurückzuverlegen wäre, oder erfolgte die Ablagerung des Lehmes im Zuge der allgemeinen Talentwicklung als Ausdruck eines erreichten Reifezustandes“³⁹, wobei [...] die durch den Ackerbau [...] vermehrte Abschlämmung verstärkend hinzukam?“ (**Nietsch 1957: 37**).

An Weser, Elbe und Leine kann **Strautz (1959, 1963)** Auenlehme weiter differenzieren. Er relativiert den anthropogenen Faktor bei ihrer Bildung und bezeichnet ihn lediglich als ein „verstärkendes Moment für die Hochflutlehmabildung“ (**Strautz 1963: 304**). Klima und eustatische Meeresspiegelschwankungen sind demnach weitere bedeutende Parameter für die Bildung der Auenlehme.

Eustatische Meeresspiegelschwankungen als mögliche Ursache für die Ablagerung der Älteren Auenlehme nennt auch **Händel (1967)** in den nordwestsächsischen Flußauen. Bereits **Eissmann (1975)** lehnt dies jedoch strikt ab, da die entsprechenden marinen Einflüsse nicht so weit ins Hinterland greifen könnten.

Im Mittelwesertal lassen sich neben frühmittelalterlichen und neuzeitlichen Ablagerungen auch vorgeschichtliche Auenlehme eindeutig nachweisen (**Strautz 1959: 84**). Wiederum an der Weser belegt **Lüttig (1960)** mindestens drei verschiedene Sedimentationsphasen der holozänen Auenlehme. Dabei erscheint der Beginn der Ablagerung zeitlich stark differenziert. Das Ende dieser ersten Sedimentationsphase liegt dagegen relativ einheitlich spätestens in der ersten Hälfte des Subatlantikums. Neuere Bearbeitungen von **Lipps (1988: 79)** lassen jedoch eher den Schluß zu, daß die Sedimentation der heute im Mittelwesertal weitverbreiteten Auenlehme im wesentlichen erst „in der vorrömischen Eisenzeit begonnen und mehr oder weniger kontinuierlich bis heute angedauert [hat].“⁴⁰

Thomas (1993) belegt den Beginn der flächendeckenden Auenlehmmablagerung im Bereich der Oberweser für das ausgehende Subboreal. Mit dieser Sedimentation „verändert sich das Gerinne der Weser infolge eines auto-

³⁶ Zitiert in **Mensching (1957)**.

³⁷ Zitiert in **Mensching (1957)**.

³⁸ Zitiert in **Mensching (1957)**.

³⁹ Unterstreichung hinzugefügt.

⁴⁰ Trotzdem kann **Lipps (1988)** verschiedene Phasen der Auenlehmbildung differenzieren. Die älteste Phase wird in die frühe Eisenzeit gelegt; sie ist bereits um 300 BC (cal) weitgehend beendet.

zyklischen, selbstverstärkenden Prozesses zu einem einfadigen Strom“ (Thomas 1993: 65). Neben diesen eigendynamischen Faktoren spielen aber auch klimatische und anthropogene Parameter bei der Flußentwicklung eine bedeutsame Rolle.

An der Leine stellt **Hempel (1956)** die Abfolge eines Älteren und Jüngeren Auenlehmes fest. Dabei ist das Alter dieser Ablagerungen schwer abgrenzbar. Auch wegen der Verbindung zu äquivalenten syngenetischen „Lehmablagerungen“ im Talfußbereich wird der Ältere Auenlehm in Zusammenhang mit den nachgewiesenen bronzezeitlichen Rodungen im Leinetal gebracht, der Jüngere Auenlehm mit der jüngsten, subrezenten bis rezenten Bodenerosion. Als Ursache für die Ablagerung *beider* Auenlehme wird die anthropogene Nutzung genannt. Ein postneolithisches bis präeisenzeitliches Alter für den Beginn der Auenlehmbildung nennen auch **Rohdenburg et al. (1962)**, **Wildhagen & Meyer (1972a: 56)** können - ebenfalls im Leinetal - keine alt- bis mittelholozänen fluviatilen Aktivitätsphasen nachweisen. Die eigentliche Phase der Auenlehmablagerung beginnt mit der Eisenzeit (= Bildung der älteren Bach-Schwemmungen) (**Wildhagen & Meyer 1972b: 151**). Ab dieser Zeit wird auch der anthropogene Faktor wirksam.

Zu den Fragen nach den Ursachen präeisenzeitlicher Ablagerungen in der Aue nennen **Wildhagen & Meyer (1972a)** klimatische Faktoren. Die Bedeutung des menschlichen Einflusses wird gering eingeschätzt. Es gibt keine Hinweise „ob diese Phasen [der Akkumulation von Auensedimenten] mit Klimaschwankungen oder Besiedlungsperioden [...] in Zusammenhang stehen [...]“. Es besteht wohl Einigkeit, daß die Wiederbelebung der Formungs-Aktivität im Atlantikum ihre Begründung in klimatischen Veränderungen, weniger in der [...] linienbandkeramischen Siedlungsausbreitung in den Lößgebieten findet [...]“ (**Wildhagen & Meyer 1972a: 58-59**). Diese natürliche Talformung wird mit der Eisenzeit beendet.

An der Ilme, einem Nebenfluß der Leine, stellt **Rother (1989a, 1989b)** drei unterschiedliche holozäne Auen-sedimente auf der weichselzeitlichen Niederterrasse fest: eine feinkörnige, humose Basisschicht aus dem Alt- bis Mittelholozän, einen mittelalterlichen Älteren Auenlehm (abgelagert zwischen dem 8. und 14. Jahrhundert) sowie einen Jüngeren Auenlehm, dessen Bildung im 15. Jahrhundert einsetzt und bis in die Gegenwart andauert. Vergesellschaftet mit diesen alluvialen Bildungen sind Schwemmfächer und kolluviale Ablagerungen, die in zwei zeitlichen Phasen konzentriert sind: Die ältere Phase wird in die Zeit zwischen Altneolithikum und Frühmittelalter datiert, die jüngere Phase in das 14. Jahrhundert. Im nicht weit entfernten Werratal weist **Brosche (1984)** auf die Zweigliedrigkeit des Auenlehmkomplexes hin. Der Untere Auenlehm, möglicherweise älter als das postglaziale Klimaoptimum, wird durch die Bildung einer Auen-Schwarzerde (Feuchtschwarzerde) charakterisiert, der Obere Auenlehm trägt als Bodenbildung eine Parabraunerde-Vega.

Mensching faßt 1957 den Forschungsstand zur Auenlehmbildung in den niedersächsischen Flußgebieten zusammen. Als bedeutendste Liefergebiete nennt er die Lößgebiete, die vorgeschichtlichen Siedellandschaften. In den niedersächsischen Flußtälern läßt sich oft eine *Zweiteilung* im Aufbau der Auenlehme erkennen. Das Alter dieser Sedimente bleibt teilweise unbestimmt, sicher erscheint jedoch, daß beide Auenlehme korrele Sedimente der Bodenerosion darstellen und ihre Ablagerung erst durch ackerbauliche Maßnahmen ausgelöst wurde (vgl. **Hempel 1956**).

Als Beleg für die anthropogene Steuerung dieser Ablagerungen betrachtet **Mensching (1957: 112-113)** die raum-zeitliche Differenzierung des Beginns der Sedimentation: „Die verstärkte Rodungstätigkeit hat in verschiedenen Landschaften nicht überall gleichzeitig begonnen. Entsprechend haben sowohl die Zunahme der Bodenerosion wie auch die Ablagerungen in den Flußauen zu verschiedenen Zeiten in verstärktem Maße eingesetzt.“ **Mensching (1957)** zufolge umfaßt die Auenlehmbildung einen geographischen Vorgang, der mit der Waldvernichtung durch Rodung begann, dann infolge des schnelleren Abflusses der Regenmengen zu häufigeren Hochwässern führte, die ihrerseits einen Teil der durch die verstärkte Bodenerosion abgeschwemmten Massen in den Tälern wieder zum Absatz brachten.

Ebenso frühzeitig und intensiv wie an den niedersächsischen Flüssen wird der Auenlehmbildung in den sächsischen und thüringischen Flußlandschaften nachgegangen. **Jäger (1962)**

setzt sich damit detailliert an den thüringischen Flüssen auseinander. Hier treten vereinzelt vorgeschichtliche, aller Wahrscheinlichkeit nach eisenzeitliche, Auenlehme auf. Für die Bildung dieser Sedimente werden die anthropogenen Tätigkeiten als entscheidend angesehen. Das Klima wirkt nur in einer modifizierenden Rolle mit (Jäger 1962: 47).

Das Modell der Auenlehmbildung ist sowohl für vorgeschichtliche als auch für mittelalterliche Sedimente anzuwenden: Es dokumentiert sich ein Zusammenhang zwischen Rodung, Störung des Wasserabflußgeschehens und Auenlehmlagerung. Allerdings konnten sich „die Auswirkungen der Bodenerosion auf den [...] kleinen Ackerflächen der vorgeschichtlichen Zeit [...] erst in einem größeren Einzugsgebiet zu einem entsprechenden Effekt summieren“ (Jäger 1962: 49).

Die häufig angesprochene Zweigliedrigkeit der Auenlehmlagerung beschreibt auch Händel (1967) an der Weißen Elster und ihren Nebenflüssen. Die erste Sedimentation beginnt im einsetzenden Atlantikum mit einer Aufschotterungsphase und endet mit der Ablagerung des Älteren, durchschnittlich mehr als einen Meter mächtigen Auenlehmes, die etwa um 4000 BC (cal) abgeschlossen ist. Eine folgende Ruhephase ist durch die entsprechende Bodenbildung (Lobschützer Bodenbildung) gekennzeichnet. Nach Abschluß einer gering ausgeprägten Erosionsphase beginnt die Akkumulation des Jüngeren (subatlantischen) Auenlehmes. Die Ablagerung dieses Auenlehmes ist durch das Zusammenwirken klimatischer und anthropogener Faktoren erklärbar. Dabei ist *keinem* der beiden Faktoren Vorrang zu geben. Auch Eissmann (1975) beschreibt in den Flußlandschaften der Leipziger Tieflandsbucht eine Zweigliedrigkeit der Auenlehme, die sich jeweils durch charakteristische Bodenbildungen auszeichnen. Allerdings wird ein von Händel (1967) abweichendes Wirkungsgefüge bei der Auenlehmbildung postuliert.

Für die Bildung des Älteren Auenlehmes wird ein anthropogener Einfluß nicht vollständig abgelehnt; nicht anzuzweifeln ist jedoch die Bedeutung menschlicher Tätigkeiten auf die Bildung des Jüngeren Auenlehmes. Allerdings bleibt der Klimafaktor übergeordnet: „Der Mensch hat die Auenlehmbildung nur verstärkt, nicht ausgelöst; sie ist grundsätzliche Erscheinung des gemäßigten Klimas“ (Eissmann 1975: 181). Die Ablagerung des Jüngeren Auenlehms ist eisenzeitlich und setzt sich in ihren Grundzügen bis in die Gegenwart fort. Neben Auenlehmen werden im Holozän auch Schotter ab- und umgelagert, die dem „Wechselspiel von Aufschotterung, Weiter- und Durchtransport“ (Eissmann 1975: 181) unterliegen.

Hiller et al. (1991) können mit Hilfe ¹⁴C-datierter Probenkollektive die hohe Differenzierung der holozänen fluvialen Morphodynamik im Saale-Elbe-Raum chronostratigraphisch erfassen. Sie lehnen die Bildung zweier Schotterkörper und Auenlehmdecken, wie von Händel (1967) postuliert, ab⁴¹. Die Auenlehmsedimentation erfolgt demnach *diskontinuierlich*. Wichtiges Argument für die anthropogene Steuerung der Auenlehmbildung stellt auch hier die raum-zeitliche Differenzierung der Ablagerung in *benachbarten* Flußtäälern dar. Diese Befunde können darüber hinaus mit Unterschieden in der Besiedlungsgeschichte verknüpft werden. Entsprechende Beziehungen fordert auch Litt (1986, 1988, 1992): Demnach zeigen sich *mehr* Ablagerungsphasen als bislang vermutet. Die durch Bodenbildung gekennzeichneten Ruhephasen können dabei über ¹⁴C-Datierungen zeitlich fixiert werden (Litt et al. 1987). Allerdings weist Litt (1986) darauf hin, daß fossile Auenböden durchaus unterschiedlich interpretiert werden können: Neben Siedlungsrückgang mit Wiederbewaldung, verringerter Bodenerosion und zurückgehenden Sedimentablagerungen in den Auen werden auch holozäne Trockenphasen als möglicher Grund für diese Bodenbildungen genannt. Weiter wirkt sich unter Umständen lediglich der *Initialeffekt* der Bodenerosion entscheidend für die Auenlehmbildung aus, so daß es selbst bei fortgesetzter Besiedlung auf den umliegenden Anhöhen zur Bildung dieser Auenböden kommen kann.

⁴¹ U.a. wird die Interpretation der „Lobschützer Bodenbildung“ angezweifelt.

An einem Einzelbefund zeigt **Sänger (1962)** in einem Nebental der Saale die Sedimentationsabläufe in einem Talrandbecken⁴². Die Sedimentation beginnt im Atlantikum, setzt im Subboreal aus, um schließlich verstärkt im Subatlantikum wirksam zu werden.

Die zahlreichen Untersuchungen im Elbe-Saale-Gebiet belegen im Laufe der Forschungsgeschichte eine immer stärkere Differenzierung des Aufbaus der Auenlehme. Sie geben über die Verknüpfung mit siedlungsgeschichtlichen Befunden Hinweise auf die anthropogene Entstehung dieser Sedimente. An manchen Orten kann dieses Wirkungsgefüge bereits im Altneolithikum einsetzen.

Einen weiteren Schwerpunkt der Untersuchungen zur holozänen fluvialen Morphodynamik stellen die polnischen Tieflandsflüsse mit „ihrem guten Erhaltungszustand verschieden alter Auenniveaus“ (**Hilgart 1995: 46**) dar. Unter anderem schildern **Kozarski et al. (1988)** die holozäne Entwicklung an der Warthe. Anthropogene Einflüsse auf die Flußgeschichte werden seit etwa 2500 Jahren (¹⁴C) dokumentiert.

„Deteriorating temperature conditions from the end of the Subboreal period throughout the entire Subatlantic until recent times and a simultaneous increase in humidity [...] and⁴³ rapidly developing settlements with the human impact on the environment cause more changes in the run-off-pattern“ (**Kozarski et al. 1988: 199-200**).

In einer Zusammenfassung der Arbeiten an den polnischen Tieflandsflüssen, ergänzt durch Befunde aus anderen mitteleuropäischen Flußlandschaften und verknüpft mit weiteren paläoklimatischen Zeugen, spricht sich **Starkel (1984, 1985, 1991a)** für eine klimatische Steuerung der holozänen fluvialen Morphodynamik aus. Phasen mehrhundertjähriger Aktivität⁴⁴ sind durch längere stabile Abschnitte getrennt. Diese fluvialen Aktivitätsphasen lassen sich nach **Starkel (1985)** gut mit weiteren holozänen Klimazeugen korrelieren. Demnach sei das Holozän durch zyklische Klimafluktuationen im Rhythmus von 1000 bis 2000 Jahren⁴⁵ gekennzeichnet, die sich auch in den Phasen der fluvialen Entwicklung wiederfinden lassen.

Für das Verhältnis zwischen Mensch und Umwelt ist von besonderer Bedeutung, unter welchen klimatischen Rahmenbedingungen (kühl-feucht / warm-trocken) der anthropogene Eingriff in die Umwelt stattfindet, da - in Abhängigkeit davon - das natürliche System unterschiedlich reagiert und so Schwellenwerte in der Umwelt, damit auch in der fluvialen Entwicklung, wirksam werden. Der menschliche Einfluß auf das fluviale Geschehen im Holozän wird von **Starkel (1991a, 1992)** nicht abgestritten. Allerdings herrscht eine auffällige Koinzidenz von Mensch und Umwelt (**Starkel 1992**). Die an vielen Orten belegte fluviale Aktivierung in der Spätbronzezeit mit der entsprechenden Ablagerung von Auenlehmen „coincide(s) with climatically controlled humid phases“ (**Starkel 1991a: 247**). Eine vergleichbar wirkende Kombination anthropogener und klimatischer Faktoren wird auch für die Entwicklung der Flüsse in der Kleinen Eiszeit angenommen.

In die Überlegungen zur Steuerung der fluvialen Dynamik gehen auch systemimmanente Faktoren wie Schwellenwerte (intrinsic and extrinsic thresholds nach **Schumm 1979**) und Empfindlichkeit (sensitivity) ein, d.h. der Zustand und die Reaktionsbereitschaft des fluvialen Systems in bezug auf mögliche äußere Änderungen (landscape sensitivity nach **Brunsdon & Thornes 1979**).

⁴² Aus den Ausführungen wird nicht eindeutig klar, ob es sich um alluviale oder kolluviale Ablagerungen handelt.

⁴³ Unterstreichung hinzugefügt.

⁴⁴ **Starkel (1985)** nennt als Phasen höherer fluvialer Aktivität: 6500-5900 BP, 5000-4500 BP, 2800-2200 BP. In späteren Arbeiten sind leicht revidierte Angaben zum Alter dieser Aktivitätsphasen zu finden.

⁴⁵ Die Angaben sind ein wenig widersprüchlich. **Magny (1993)** geht von zyklischen Schwankungen im Maßstab von 2000 bis 2500 Jahren aus.

Im Lahntal (Gießener Talweitung) sind keine älteren Auenniveaus an der Oberfläche zu erkennen. Da Höhendifferenzen nicht mehr auftreten, kann nicht auf Alter und Aufbau dieser Auenlehmkomplexe geschlossen werden. Die im Oberflächenbild erkennbaren Auenstufen sind durchwegs neuzeitlichen Alters (**Mäckel 1969**). Prinzipiell herrschen in fast allen Abschnitten des Spät- und Postglazials Bedingungen für eine Ablagerung von Sedimenten in der Aue. Nur lokal ist die Verbreitung atlantischer und subborealer Auensedimente nachweisbar. Eine starke Sedimentation kann - mit Ablagerungen von bis zu zwei Meter mächtigen tonig-lehmigen Schluffen - erst seit dem Mittelalter (9. bis 10. Jahrhundert) nachgewiesen werden.

Bezüglich der auslösenden Faktoren argumentiert **Mäckel (1969: 164)** auch mit der *Eigenständigkeit* unterschiedlicher Flußabschnitte: „Jeder Flußabschnitt hat im Holozän seine eigenständigen⁴⁶ Arbeitsphasen. Sie werden bedingt durch regional sich verschieden auswirkende Zusammenhänge (regionale Singularitäten). [...] Um über größere regionale Bereiche [...] verfolgbare tief einschneidende Veränderungen zu erwirken, hätte eine viel extremere Klimaänderung [im Holozän] eintreten müssen.“ Die an der Lahn häufig festzustellenden Erosions-Sedimentations-Vorgänge sind als Folgeerscheinungen eines mäandrierenden Flusses zu verstehen. **Huckriede (1972)** spricht allerdings auch von der Möglichkeit einer vorgeschichtlichen Auenlehmlagerung im Lahntal. ¹⁴C-Datierungen an Hölzern bestätigen die Annahme, daß „man [...] mit einer atlantischen, anthropogen bedingten Auelehm-Aufschlickung rechnen kann“ (**Huckriede 1972: 158-159**) (vgl. **Heine 1970**).

Auch aus Südwestdeutschland liegen entsprechende Befunde zum Alter und zur Ursache der Auenlehmbildung vor. **Frenzel (1983)** berechnet aufgrund pollenanalytischer Ergebnisse für das Spätneolithikum (ca. 4600 BP (¹⁴C)), daß in Süddeutschland zu diesem Zeitpunkt mehr als ein Drittel der ursprünglichen Waldfläche unter 700m NN gerodet ist. Dies muß konsequenterweise zu einer korrelaten Auenlehmbildung geführt haben und läßt sich auch dann rekonstruieren und belegen, wenn die Sedimentfracht von Flüssen bewaldeter Einzugsgebiete mit jener von Flüssen agrarisch intensiv genutzter Einzugsgebiete verglichen wird.

Aktualhydrologische Untersuchungen zur Veränderung des Bodenwasserhaushaltes aufgrund anthropogener Nutzung, so über die Einflüsse unterschiedlicher anthropogen bedingter Vegetationsformen, zeigt u.a. **Mull (1987) (ed.)**. **Brechtel (1970)** weist auf die große Bedeutung der Waldvegetation für die Verhinderung eines verstärkten oberflächlichen Abflusses und die Reduktion der Hochwassergefährdung hin.

Da die Klimaschwankungen im Holozän sehr gering sind (vgl. **Frenzel 1977**) ist es wahrscheinlicher „that the strong changes in the Central European water budget and in the river activity during the second part of the Holocene had depended on human activity rather than on the weak changes of climate“ (**Frenzel 1983: 52**).

Im Neckartal bei Heilbronn sind vier Phasen holozäner fluvialer Morphodynamik abgrenzbar (**Bibus & Wesler 1995**).

Eine erste Phase läuft ca. 8000 BP (¹⁴C) in einer Zeit humider klimatischer Rahmenbedingungen ab und korrespondiert mit Befunden anderer Flußgebiete. Ein menschlicher Einfluß kann ausgeschlossen werden (**Bibus & Wesler 1995: 21**). In der zweiten Phase zwischen 4880 und 2450 BC (cal) (humide Phase des Atlantikums) kommt es zur Ablagerung sehr geringmächtiger Auenlehme, die als Beleg für die früheste neolithische Bodenerosion in dieser Region gedeutet werden. Ein wichtiger Einfluß des Menschen auf die fluviale Entwicklung des Neckars kann jedoch erst in der dritten Phase, der Phase der bronze-/ bis eisenzeitlichen Reaktivierung, mit der Ablagerung eisenzeitlicher Auenlehme nachgewiesen werden. Bis in die Gegenwart nimmt der Abstand zwischen den einzelnen Aktivitätsphasen ab. Diese kurzperiodischen Oszillationen werden als Hinweis auf die zunehmende Bedeutung des anthropogenen Einflusses interpretiert, der sich u.a. in den mittelalterlichen Auenablagerungen dokumentiert.

⁴⁶ Unterstreichung hinzugefügt.

An der Elsenz, einem linken Nebenfluß des Neckars, die durch den vorgeschichtlich intensiv besiedelten und agrarisch genutzten Kraichgau fließt, stellen **Barsch et al. (1993)** fest, daß die jungneolithische Bodenerosion in diesem Raum bereits zur vollständigen Abtragung der Al-Horizonte der verbreiteten Parabraunerden und zur Bildung mächtiger Auenlehme geführt hat. Die Ursachen der gesteigerten fluvialen Morphodynamik liegen sowohl in anthropogenen als auch in klimatischen Parametern.

Diese Ausführungen sind mit ^{14}C -Datierungen gestützt und werden aus dem Tiefenverlauf der Korngrößenzusammensetzung der Auenlehme abgeleitet. Auf schluffige Sedimente, die als abgelagertes Al-Material bezeichnet werden, folgen tonige Sedimente (ehemalige postneolithisch abgelagerte Bt-Horizonte), die nach oben hin von erneut schluffiger werdendem Material (Löß) abgelöst werden. Diese Annahmen setzen allerdings über die Jahrtausende ähnliche Ablagerungsbedingungen (u.a. Vegetationsbedeckung in der Aue selbst) in der Elsenz-Aue voraus.

Im Oberrheintiefland und den angrenzenden Hängen des Schwarzwaldes untersuchen **Mäckel & Zollinger (1995)** ebenfalls die holozäne fluviale Morphodynamik und können intensive Mensch-Umwelt-Wechselwirkungen belegen. Sie weisen auf die Bedeutung der klimatischen Einflüsse hin, die die menschliche Siedlungstätigkeit und folglich indirekt die Ablagerung und Verteilung der Auenlehme (**Mäckel & Zollinger 1995: 92**) beeinflussen.

Eine erhöhte fluviale Aktivität kann bereits im Neolithikum nachgewiesen werden: "The cause for a intensified river activity in the Subboreal was probably a climatic change (a decrease in the annual temperature of 2 to 3°C compared with today and an increase in rainfall) (3760±55 BP (^{14}C)). In addition, a widespread sedentary population influenced the geomorphological events during the Late Neolithic and Bronze Ages" (**Mäckel & Zollinger 1995: 92**). Allerdings sind aus dieser Zeit keine Auenlehmlagerungen belegbar, die ältesten datieren aus der prärömischen Eisenzeit. Für den Bau stadttähnlicher Siedlungen gab es einen hohen Holzbedarf, der eine intensivierte Bodenerosion verursachte: "The reactivation of river dynamics might be in connection with the shift of the settlements into the plains and valleys during the Latène Age" (**Mäckel & Zollinger 1995: 94**).

Brunnacker & Strauch (1985) nennen drei *regional, genetisch* und *zeitlich* unterschiedliche Typen holozäner fluviatiler Genese: Aktivierungsphasen im Alpenvorland, Neigung zu kräftigem Mäandrieren am Main und an der oberen Donau und Schwemmfächer- und Mäanderbildung am unteren Niederrhein bei gleichzeitiger Ausräumung flußaufwärts, wobei im Altholozän verglichen mit dem Jungholozän eine *geringere* fluviatile Aktivität rekonstruierbar ist. Möglicherweise korrespondieren diese Aktivitätsunterschiede mit der altholozänen Bewaldung (**Brunnacker & Strauch 1985: 514**).

Brunnacker (1959: 83-86) parallelisiert die Flußablagerungen südbayerischer Flüsse. Er stellt „eine geradezu erstaunliche Übereinstimmung in der Geschichte dieser verschiedenen Flüsse und Flußabschnitte Südbayerns [fest]. [...] Daraus darf auf eine einheitliche Ursache, nämlich bestimmte klimatische Geschehnisse bei der Herausbildung zumindest der älteren Stufen geschlossen werden“ (**Brunnacker 1959: 83**). Allerdings sind feinstratigraphisch erhebliche Unterschiede dokumentiert. Für die jüngeren Stufen ab dem zweiten nachchristlichen Jahrtausend diskutiert **Brunnacker (1959)** den anthropogenen Einfluß und das Zusammenspiel von Mensch und Klima. Eine ins Jungneolithikum bzw. ins Ältere Subboreal/Jüngere Atlantikum gestellte Akkumulationsphase bringt er jedoch nicht in einen anthropogenen Zusammenhang. Im Donautal bei Straßkirchen sind ab der vorgeschichtlichen Zeit lediglich ungegliederte Ablagerungen geringer Verbreitung feststellbar (**Brunnacker 1959: 84**, vgl. **Brunnacker 1956**). Exemplarisch rekonstruiert ist u.a. die Flußgeschichte der Saalach (**Brunnacker et al. 1976**): Eine starke Einschnidung des Flusses gegen Ende des Atlantikums von fast 20m wird mit den *lokalen* Gefällsverhältnissen im Innenraum des ehemaligen Saalach-Gletschers begründet, die bronzezeitliche Aufschotterung der Saalach-Aue hingegen als anthropogen verursacht. Im Mittelalter und in der Neuzeit sind im Auenbereich keine wirkungsvollen Umlagerungen dokumentierbar.

Im mittleren Regnitztal belegen **Habbe & Reger (1985)** erst seit dem Beginn der hochmittelalterlichen Rodungsphase flächenhafte Abtragung und eine Verschüttung der Talböden. An den Mündungen der Seitentäler sind Schwemmkegel aufgeschüttet worden, die zeigen, daß zumindest lokal die anthropogenen Einflüsse entscheidend für die Ausprägung des rezenten Reliefs sind.

Am Main und der Regnitz kann **Schirmer (1983b, 1988)** sechs (sieben) holozäne Auenterrassen (Reihenterrassen) ausgliedern. Solche Auenterrassen können auch an anderen mitteleuropäischen Flußsystemen nachgewiesen werden, u.a. am Rhein (**Schirmer 1988**) und an Donau und Isar (**Schellmann 1990**). Sie sind, da regional übergreifend, Zeugnisse der übergeordneten klimatischen Steuerung der holozänen Flußgeschichte Mitteleuropas.

“There is a major control - the Holocene climate with its fluctuations - effecting the rhythmic of reworking phases in the river valleys” (**Schirmer 1988: 153**). Erst seit der Römerzeit beeinflusst der Mensch nachweislich die Gestaltung der Flüsse und Täler. Dabei bleibt ferner ungeklärt, „ob der Mensch die Umlagerungen ausgelöst [...] oder nur modifiziert hat [...]“ (**Schirmer 1983a: 367**).

Die Donau war in den letzten Jahren Gegenstand zahlreicher Untersuchungen zur fluvialen Geomorphodynamik des jüngeren Quartärs (u.a. **Buch 1988a, Schellmann 1990, Hilgart 1995**), wobei die Interpretation der Befunde sehr unterschiedlich bleibt und zwischen einzelnen Positionen keine Übereinstimmung erzielt werden kann (vgl. **Buch & Heine 1995**).

Nach **Buch (1990: 75)** sind Auenstufen „eigendynamische Mäanderentwicklungen“, die vom Klimarhythmus unabhängig sind. Die fluviale Entwicklung im Holozän ist eingebettet in Erosions-/Akkumulationszyklen, die das fluviale Geschehen der Donau steuern. Dabei hängt die „geomorphodynamische Wirksamkeit klimatischer Impulse in den für das Holozän bekannten Fluktuationen [...] wesentlich vom aktuellen Entwicklungsstand des fluvialen Erosions-/Akkumulationszyklusses in bezug auf systemimmanente Schwellenwerte ab“ (**Buch 1990: 76**). Bedeutend ist an der Donau die Ausprägung der Flußstrecke (Abfolge von Engtalstrecken und Talweitungen), die einen wichtigen Einfluß auf die Entwicklung des fluvialen Systems hat. Ein längerer Zeitraum des Holozäns seit etwa 6000 BP (^{14}C) zeugt von einer verminderten Hochfluttätigkeit, die von kurzfristigen Phasen erhöhter Hochfluttätigkeit unterbrochen wird, so besonders in der Latènezeit zwischen 2500 BP (^{14}C) und 2225 BP (^{14}C). Dieser Wandel der fluvialen Tätigkeit im Donautal hat unmittelbare Auswirkungen auf die Möglichkeiten der Besiedlung und Nutzung der Donauauen durch den vorgeschichtlichen Menschen.

Ebenso wie **Buch (1988a)** stellt bereits **Fink (1977: 205)** fest, daß die Akkumulation (und Erosion) der Donau weniger vom großklimatischen Geschehen als von der Konfiguration der Flußstrecke abhängt. Erkennbar sind drei Akkumulationsphasen von Baumstämmen: 1) um 4000 bis 3500 BP (^{14}C); 2) um 300 BC (cal) (= eisen-/römerzeitlich) und 3) um 300 bis 700 AD. Diese Befunde sind nach **Fink (1977)** nicht mit denen zur holozänen Klimageschichte in Einklang zu bringen. Etwas abweichend von diesen Erkenntnissen gibt **Unger (1985: 18)** im Donautal bei Künzing für den Zeitraum zwischen 2500 BC (cal) bis 900 BC (cal) die Akkumulation der jüngeren holozänen Schotterfluren an und kombiniert sie mit vorgeschichtlichen Rodungen. Mit einer erhöhten Wasserführung der Donau ist dann wieder um 500 BC (cal) am Übergang von der Hallstatt- zur Latènezeit auszugehen, was mit den Feststellungen von **Buch (1990)** korrespondiert. **Havlicek (1983, 1988)** dokumentiert an mährischen Flüssen (March) im Einzugsgebiet der Donau einen regional unterschiedlichen Beginn der Auenlehmlagerungen. Diese können teilweise bereits vorgeschichtlichen Alters sein. Fossile Böden charakterisieren und gliedern die Hochflutlehme.

Im Donautal zwischen Kelheim und Regensburg sowie an der Altmühl stellt **Hilgart (1995: 222)** vom beginnenden Holozän bis an den Übergang Boreal/Atlantikum stabile fluviale Verhältnisse mit ausgeglichenem Abfluß, ungestört von jeglicher Hochflutsedimentation, fest.

Dokumentiert ist dies auch anhand kontinuierlicher Torfbildungen in Paläorinnen. Für das weitere Holozän sind drei Phasen verstärkter Hochfluttätigkeit erkennbar: Eine erste Phase setzt in der zweiten Hälfte des Atlantikums ein und dauert bis in das beginnende Subboreal. Daran schließt eine Phase verminderter Hochfluttätigkeit bei *niedrigem* Grundwasserspiegel an, die die vorgeschichtliche Besiedlung des Talauenbereiches erklärt. Ein zweiter Hochflut-sedimentationszyklus mit abschließender Stabilität und Bodenbildung reicht zeitlich von der zweiten Hälfte des Subboreals bis in das einsetzende Subatlantikum. Abgeschlossen wird diese Abfolge mit einem jüngsten Hochflutsediment, das mit Abstand die stärkste Hochfluttätigkeit belegt. Für die älteren Hochflutaktivitäts- und -stabilitätsphasen ist dabei *nicht* zu entscheiden, ob sie vorwiegend anthropogen oder klimatisch verursacht sind. Die jüngste Hochflutaktivitätsphase im Mittleren und Jüngeren Subatlantikum nimmt dagegen ein Ausmaß an, das mit den geringen Klimafluktuations des Holozäns nicht mehr erklärbar ist. Der Mensch wird zum dominierenden Steuerungsfaktor der fluvialen Morphodynamik (**Hilgart 1995: 224**). **Jerz (1993: 126-134)** faßt die Befunde zur Holozänstratigraphie und zu den Auenablagerungen der wichtigsten bayerischen Flüsse zusammen: „Die meisten Auensedimente in den größeren Flußtälern gehören dem jüngeren Holozän (Subatlantikum) an. Ihre Entstehung [...] hängt zu einem großen Teil auch mit der Rodungstätigkeit in den Einzugsgebieten zusammen. Die Einwirkung des Menschen hat hierbei vielfach Einflüsse des Klimas überdeckt. Seit dem Neolithikum und vor allem ab der Bronzezeit verursachten Rodungen eine verstärkte Bodenerosion und eine höhere Belastung der Flüsse mit abgeschwemmtem Bodenmaterial“ (**Jerz 1993: 127**).

Wichtige Hinweise zur postglazialen Entwicklung der Flüsse stammen auch aus den dendrochronologischen Arbeiten an subfossilen Auwaldbäumen von **Delorme & Leuschner (1983)**⁴⁷ sowie von **Becker (1982, 1983)**. Damit lassen sich fluviale Aktivitätsphasen im Holozän rekonstruieren, wobei Auenlehm- und Stammakkumulation nicht immer zeitgleich verlaufen müssen (**Delorme & Leuschner 1983**). Am Main kommt es mit dem beginnenden Subboreal zu Häufungen der Stammakkumulationen, aus denen sich Hinweise auf prononcierte Hochwasserphasen ableiten lassen, die immer wieder von Zeitabschnitten mit spärlichen oder gar ausbleibenden Funden unterbrochen werden. An der Fulda zeigen sich Parallelen zu den Befunden am Main, während an Lahn und Oker divergierende Ergebnisse nachweisbar sind (**Delorme & Leuschner 1983**).

Delorme & Leuschner (1983) erklären diese regionalen Unterschiede einerseits mit einer räumlich differenziert ablaufenden Siedlungstätigkeit, andererseits kann auch eine gleichzeitige Rodungstätigkeit in verschiedenen Einzugsgebieten zu unterschiedlich zeitverzögerter Seitenerosion und Stammakkumulation führen. Eine Verknüpfung der dendrochronologischen Befunde mit der Siedlungstätigkeit ist nicht immer eindeutig belegbar, wird aber zumindest für das Subatlantikum angenommen.

Becker (1978, 1982, 1983) weist darauf hin, daß die Dendrochronologie subfossiler Baumstammlagen zunächst *unmittelbar* postglaziale Überflutungen im Zuge von Flußverlagerungen datiert, denen ufernahe Auwaldbestände zum Opfer gefallen sind. Spätere, nachträgliche Verlagerungen werden als unwahrscheinlich betrachtet.

„Im Verlaufe des Atlantikums hatten unsere Flußläufe offenbar einen weitgehenden Gleichgewichtszustand mit dem Wasserhaushalt der umgebenden dicht bewaldeten Landschaftsräume erreicht“ (**Becker 1982: 108**). Im Subboreal ereignet sich dann ein erneuter Wechsel der Abflußverhältnisse mit einer Aktivierung von Hochwässern.

⁴⁷ Diese vergleichende Untersuchung bleibt überwiegend auf das Subatlantikum beschränkt.

Drei regional differenzierte Maxima der fluvialen Aktivität, rekonstruiert aus der Akkumulation von Eichenstämmen, lassen sich im Subboreal und Subatlantikum rekonstruieren: 2000-1800 BC (cal), 1-200 AD und 550-880 AD (**Becker 1982: 113**). Zu den Klimaschwankungen des Mittleren und Jüngeren Postglazials zeigen diese Phasen keine eindeutige Beziehung. Der Einfluß des Menschen, dessen Einwirkungen auf das fluviale System bereits im Neolithikum begannen, trägt in diesen Zeitabschnitten entscheidend zur Steuerung der Abflußverhältnisse bei.

Diskussion der Befunde zur fluvialen Geomorphodynamik im Mittel- und Jungholozän

Hinsichtlich der Frage nach den dominierenden Steuerungsfaktoren der fluvialen Morphodynamik im Holozän bestehen nach wie vor unterschiedliche Interpretationsansätze. Die Entwicklung unterschiedlicher Auffassungen liegt nach **Hilgart (1995: 51)** auch daran, „daß es zwar oftmals möglich ist, aus den Paläoformen und aus Art und Habitus der Vorzeitsedimente auf die Paläomorphodynamik zu schließen; Rückschlüsse auf die jeweils wirksamen fluvialen Steuerungsfaktoren sind hingegen weitaus problematischer und [...] damit der unterschiedlichen Interpretation anheimgestellt.“ Darüber hinaus stellt sich das Problem der Korrelation der in verschiedenen Regionen erarbeiteten Ergebnisse zur holozänen Flußgeschichte.

Als Beleg für eine klimatische Steuerung wird der gleichzeitige Verlauf der (schwachen) holozänen Klimafluktuationen und des fluvialen Geschehens betrachtet (**Starkel 1991a, Schirmer 1995**).

Schirmer (1995: 27) spricht davon, daß „zeitgleiche Phasen fluvialer Aktivität und Ruhe an großen und⁴⁸ kleinen Flüssen [...] klimatische Steuerung [belegen]. Menschliche Einflußnahme modifiziert seit dem Neolithikum zunehmend die natürlichen talformenden Prozesse. Dennoch bleibt neben lokaler und anthropogener Überprägung die natürliche Steuerung die Hauptantriebsfeder fluvialer Aktivität.“ Auch **Kohl (1978: 289)** spricht sich für eine gewisse klimatische Steuerung des holozänen Sedimentationsgeschehens an der Donau aus: „Wenn auch [die Untersuchungsergebnisse] in der absoluten zeitlichen Einstimmung noch manche Fragen offen lassen, so läßt sich doch eine gewisse Übereinstimmung zwischen verstärkten Sedimentationsperioden an der Donau mit Maximalständen der Gletscher einerseits und Zeiten der Eintiefung und Bodenbildung mit Zeiten des Gletscherschwundes andererseits nicht leugnen.“ **Brunnacker & Strauch (1985)** stellen eine prinzipiell gleichartige holozäne Flußentwicklung fest, deren Ursache jedoch immer noch nicht eindeutig erkennbar ist.

Allerdings wird an diesen Interpretationsansätzen angezweifelt, ob die holozänen Klimaschwankungen überhaupt stark genug sein können, um das fluviale Geschehen überregional einheitlich zu beeinflussen und zu steuern. Gleichzeitig stellt sich die Frage, ob Phasen erhöhter fluvialer Morphodynamik wirklich eine Parallelität und Gleichzeitigkeit aufweisen, was von **Buch (1988b)** kritisch beurteilt wird, und ob sie mit den holozänen Klimaschwankungen eindeutig korrelierbar sind, was **Becker (1982)** eher verneint. **Hilgart (1995)** zeigt, daß die Gleichzeitigkeit des fluvialen Verhaltens verschiedener Flüsse im hohen Auflösungsmaßstab, der im Holozän erreicht werden kann, nicht zu erwarten ist, da die unterschiedlichen fluvialen Systeme eine differenzierte Empfindlichkeit gegenüber den Änderungen externer Einflüsse aufweisen. Außerdem können sich Klimaschwankungen im unterschiedlichen Maße zeitverzögert auswirken. Interessant erscheint an dieser Stelle, daß bereits in früheren Arbeiten (**Nietsch 1955, Mäckel 1969**) die Eigenständigkeit fluvialer Systeme betont wird.

Sicher hat die grundsätzliche Entwicklung der Flußlandschaften die Siedlungsmöglichkeiten vorgeschichtlicher Kulturen stark beeinflusst. Feuchtbodensiedlungen unterschiedlichen Alters, wie sie aus vielen Gebieten bekannt geworden sind, können nur unter Berücksichtigung der sich verändernden paläohydrologischen Verhältnisse verstanden werden.

⁴⁸ Unterstreichung hinzugefügt.

Die raum-zeitliche Differenzierung des Einsetzens der Auenlehmbildung in eng benachbarten Einzugsgebieten gibt auf der anderen Seite Anlaß dazu, die klimatischen Einflüsse kritisch zu bewerten. Mit Schwierigkeiten verbunden ist die Datierung der Auenlehme, die oft nur anhand überlagerter Siedlungsreste (**Becker 1982: 110**) oder absolut über ^{14}C -Datierungen der fossilen Auenböden (**Litt et al. 1987**) exakt eingegrenzt werden können. Auenlehme alleine reichen jedoch nicht als Indikator anthropogener Störungen aus (**Becker 1982**).

Alles in allem herrscht eine hohe Übereinstimmung, Auenlehme als Folge der anthropogenen Eingriffe in die Landschaft und der durch diese Eingriffe ausgelösten Bodenerosion zu betrachten. Auenlehme sind demnach als äquivalente Sedimente kolluvialer Ablagerungen zu interpretieren. Sie können, wie vielfach belegt, auch ein vorgeschichtliches Alter aufweisen (vgl. Abb. 4).

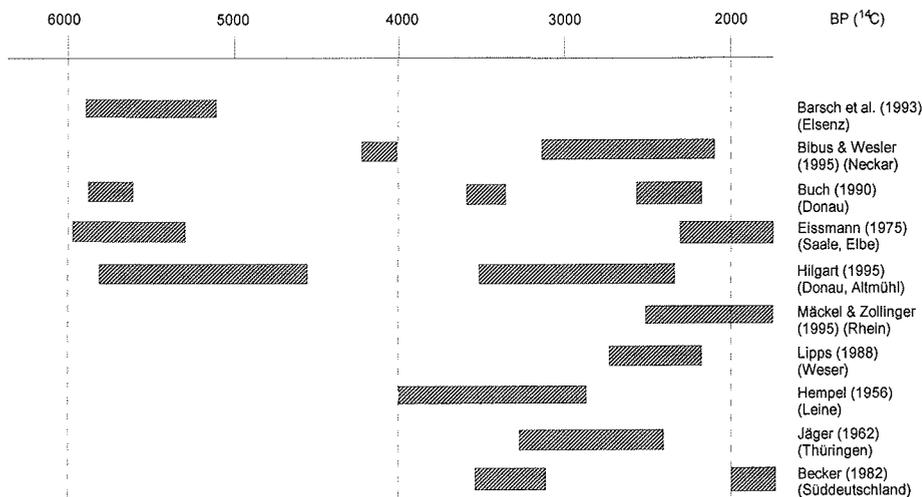


Abb. 4: Darstellung vorgeschichtlicher Hochflutaktivitätsphasen.

Die Abbildung zeigt die raum-zeitliche Differenzierung der Hochflutaktivität zwischen 6000 BP (^{14}C) und 2000 BP (^{14}C). Auffällig ist die Häufung eisenzeitlicher Auenlehme, die einen größeren Raum als die Auenlehme früherer vorgeschichtlicher Epochen einnehmen. Anzumerken ist, daß die Datierung dieser Auenablagerungen teilweise nur relativ grobe Einordnungen zuläßt und die Vergleichbarkeit der Daten erschwert.

Äußerst problematisch bleibt der Ansatz, über Auenlehme zu einer Bilanzierung der Bodenerosion in Flußeinzugsgebieten zu gelangen. So fehlen laut **Bork (1988)** Auenlehme, die als Entsprechung für die extremen Erosionsereignisse im 14. und 18. Jahrhundert interpretiert werden könnten: „Das im 14. Jahrhundert erodierte Bodenmaterial wurde demzufolge ganz überwiegend als Hang- und Talkolluvium akkumuliert“ (**Bork 1988: 83**). Es bleibt unsicher, wann wieviel des durch Bodenerosion verlagerten Materials überhaupt in die Aue gelangt und nicht in einem Paläorelief aus Dellen und asymmetrischen Tälchen akkumuliert wird. Ferner weichen die Angaben über den Austrag von Sedimenten aus den Flußgebieten selbst sehr stark voneinander ab: Während **Bork (1988)** von 12,5% Austrag aus dem catchment spricht, finden sich bei **Barsch et al. (1993)** Angaben von ca. 50% und in einer Zusammenstellung bei **Clemens & Stahr (1994)** Werte zwischen 47 und 56%, so daß ohne exakte Bestimmung der Sedimentfracht vor Ort keine generalisierenden Annahmen getroffen werden dürfen.

2.2.3 Bodenerosion und Pedogenese - Befunde zur holozänen Bodenentwicklung⁴⁹

In engem Zusammenhang mit der vorgeschichtlichen Bodenerosion und ihren korrelativen Sedimenten (Kolluvien, Auenlehme) steht unzweifelhaft die Frage nach Art und Intensität der holozänen Bodenbildung. Ohne die anthropogene Umgestaltung der Böden ist ein großer Teil der heutigen Kulturbodenflächen in Mitteleuropa nicht deut- und bewertbar (**Scheffer & Meyer 1963**). Damit ist die grundsätzliche Überlegung, inwieweit Bodenerosion „tolerierbar“ sein kann, verknüpft. Kann der bodenerosionsbedingte Verlust an Solum durch eine entsprechende Bodenbildung wieder ausgeglichen werden? Die Konnektion bodenkundlicher und archäologischer Untersuchungen, wie sie seit den 50er Jahren in Deutschland betrieben (vgl. **Scheffer & Meyer 1958**) und besonders im angelsächsischen Raum forciert wird (vgl. u.a. **Cornwall 1966, Holliday 1989, 1992**), erlaubt es, über die in Kap. 2.1.2 genannten Betrachtungen zu Bodeneigenschaften und ihrer Bedeutung für die Bodenerosion hinausgehende Befunde der holozänen Pedogenese abzuleiten. Böden sind Teil jener natürlichen Rahmenbedingungen, die die Siedlungs- und Ackerbautätigkeiten des vorgeschichtlichen Menschen beeinflussen. Im Gegenzug werden aber Böden - über die Bodenerosion hinaus - in ihrer Entwicklung im Mittel- bis Jungholozän entscheidend durch die anthropogenen Eingriffe umgestaltet. Sie sind dadurch ein Indikator des menschlichen Wirkens in der Umwelt.

Böden können unter vorgeschichtlichen Kulturhorizonten und Kolluvien begraben sein und damit der weiteren Bodenbildung entzogen werden. Somit können sie als stratigraphische Marker (**Holliday 1989**) benutzt werden, die die holozäne Bodenbildung bis zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Vorgeschichte spiegeln (= präincisiver Vergleich nach **Meyer 1960: 177**). Darüber hinaus gibt die Bodenbildung in anthropogen aktiv (Wälle, Hügelgräber, Grubenverfüllungen) und quasinatürlich (Kolluvien) umgelagerten Substraten auch die Möglichkeit, die Rate der Pedogenese in eindeutig datierbaren Straten zu erfassen (= postincisiver Vergleich nach **Meyer 1960: 177**). Beide Ansätze sind mit bestimmten Vorbedingungen verknüpft, die im folgenden ausführlicher beschrieben werden.

Bevor auf diese spezifischen, anthropogen beeinflussten Bodenbildungsprozesse näher eingegangen wird, ist es notwendig, grundsätzliche Überlegungen zum Ablauf der spätpleistozänen/holozänen Pedogenese in Mitteleuropa anzusprechen. **Rohdenburg (1978)** faßt die wissenschaftsgeschichtliche Entwicklung der Diskussion über Art und Intensität spätglazialer und/oder holozäner Bodenbildung dahingehend zusammen, daß er der Intensität der Pedogenese im Holozän die bei weitem größere Bedeutung zuweist. Damit stellt er sich gegen frühere Aussagen u.a. von **Meyer (1960)** und **Schönhals (1960)**, die eine fortgeschrittene spätglaziale Bodenbildung favorisieren⁵⁰.

So spricht **Meyer (1960: 182)** davon, „daß gerade bei den Lößböden wesentliche Boden-Entwicklungsvorgänge in der mehrtausendjährigen spätglazialen Epoche erfolgt sind und zu Beginn des Holozäns bereits abgeschlossen waren.“ Ein schnelles Durchlaufen der Initialstadien der Bodenentwicklung ist auffällig, während später nur noch eine verzögerte Weiterbildung abläuft (**Meyer 1960: 179**). Ähnlich argumentiert auch **Schönhals (1960: 289)**, wenn er die Bildung braunerdeähnlicher Horizonte mit beginnender Tonverlagerung im Alleröd-Interstadial anspricht. In Abhängigkeit vom Ausgangssubstrat (u.a. sandreiche Löss) sind demzufolge bereits gut entwickelte Parabraunerden entstanden.

Rohdenburg & Meyer (1968: 195) bezeichnen Parabraunerden als „eindeutig holozäne“ Bodenbildungen. Die mögliche Überschätzung der Intensität der spätglazialen Pedogenese mag

⁴⁹ Die Ausführungen beschränken sich auf die Befunde in den mitteleuropäischen Altsiedellandschaften, somit vorwiegend auf die Bodenentwicklung in Lössen und Lößderivaten.

⁵⁰ Ein erstes bedeutendes Konzept zur holozänen Bodenentwicklung wird von **Scheffer & Meyer (1963)** vorgelegt.

auch darin liegen, daß das Durchgreifen holozäner Bodenbildungsprozesse auf anscheinend fossilisierte Böden (u.a. im Liegenden des Laacher See Tuffes) falsch beurteilt wurde. In Abhängigkeit vom fossilisierenden Substrat bedeuten auch Überdeckungen von einem Meter und mehr nicht automatisch das Aussetzen der bodenbildenden Prozesse im fossilisierten Boden.

Ähnliche Durchgriffe der Bodenbildung sind auch aus Böden im Liegenden von Kolluvien und Grabhügeln bekannt (Weir et al. 1971, Keeley 1982, Runia 1988). Fickel et al. (1977) sprechen von einer „merklich gebremsten“ Bodenbildung unter hallstattzeitlichen Hügelgräbern.

Nach Rohdenburg & Meyer (1968) gehören Sedimentation und Bodenbildung zwei klimatisch völlig unterschiedlichen Zeiten an. Dabei setzt die Parabraunerde-Bildung nicht überall gleichzeitig ein⁵¹. Sie kann ferner sowohl mit als auch ohne Schwarzerde-Stadium ablaufen.

Im Göttinger Raum sprechen Rohdenburg & Meyer (1968) von einer schwarzerdegünstigen präneolithischen und einer parabraunerdegünstigen postneolithischen Zeit. Mückenhausen (1966) setzt die Bildungszeit der Schwarzerden in das Präboreal und Boreal (10.000 bis 8000 BP (¹⁴C)). Ebenso spricht Biel (1995b) im Heilbronner Becken von einer nacheiszeitlichen, präneolithischen Entstehung der Schwarzerden, die durch bandkeramische Funde auf einer entsprechenden Schwarzerde-Oberfläche bestätigt wird. Schellmann & Radtke (1993) beschreiben aus Südbayern ältestholozäne Schwarzerden, die unter mehreren Dezimeter mächtigen Kolluvien fossilisiert sind, obschon Brunacker & Kossack (1958: 47) im Dungau keine Schwarzerden belegen können⁵². Übergreifend nimmt Müller (1982: 9) den Schwerpunkt der Schwarzerdebildungen in den mitteleuropäischen Trockengebieten im frühen Postglazial an. Die Degradation der Schwarzerden wird - mit leichten zeitlichen Abweichungen - (Schalich 1988, Thiemeyer 1989a) in das Atlantikum gestellt, wobei sich Schwarzerdereste in Abhängigkeit von der Geländedeposition und - damit verbunden - den Bodenwasserverhältnissen als Relikt-Schwarzerden erhalten haben können (Sabel 1982, Bibus 1985, Gunreben 1992)⁵³. Als dominanter Prozeß wird die Lessivierung vor etwa 6000 Jahren (Atlantikum) unter einer langfristig stabilen, bewaldeten Oberfläche wirksam (Schmidt 1991: 34). Schellmann (1990: 67) setzt die Hauptphase der Lessivierungsdynamik im Regensburgener Raum in die Zeit vom Mittleren Atlantikum bis zum ausgehenden Subboreal.

Nach Pécsi & Richter (1996: 252-256) setzt die sich über den humosen Horizont auswirkende Entkalkung erst im beginnenden Holozän ein. Die Lessivierung erfolgt primär im Atlantikum, wo sie bei pH-Werten zwischen 5 und 6,5 ihre höchste Intensität erreicht. Eine regional mögliche Schwarzerdebildung ist mit dem atlantischen Klimaumschwung beendet.

Neben den ältestholozänen Schwarzerden differenzieren Schellmann & Radtke (1993: 103) an der Basis von und in Kolluvien selbst alt- bis mittelholozäne Parabraunerden, bronze- bis eisenzeitliche Parabraunerden-Braunerden und jungholozäne Braunerden-Pararendzinen. Sie können damit bestimmte Abschnitte des Holozäns durch Bodenbildungsprozesse charakterisieren. Bork (1983) nimmt im südlichen Niedersachsen folgenden Ablauf der holozänen Bodenentwicklung an: Bis ins Altholozän kommt es an den Hängen zur Bildung von Schwarzerden und in den Hangfuß- sowie Talauenbereichen zur Entwicklung von Pararendzinen. Im Atlantikum werden diese Böden degradiert, und bis zur Zeitenwende entwickeln sich recht schwache Parabraunerden, die dann bis zum Frühmittelalter eine Solumsmächtigkeit von 2 bis 4m erreichen⁵⁴. Ähnlich stellt sich Bibus (1989: 74) zur spätglazialen Bodenbildung im Neckar-Enz-Gebiet: „Im Alleröd [wurde in

⁵¹ Vgl. dazu auch die Variabilität anthropogen fossilierter Böden bei French (1988).

⁵² Gunreben (1992) zieht den Begriff Schwarzerde jenem des Tschernosems vor, da mit letzterem eine genetische Deutung verbunden sei. Im folgenden wird dementsprechend ausschließlich von Schwarzerden gesprochen.

⁵³ Thiemeyer (1989a: 34) nennt als Erkennungsmerkmale für die Schwarzerdevergangenheit von Parabraunerden dunkle Tonbeläge in einem Ah-Bt-Horizont sowie schwarze Tonauskleidungen von Regenwurmängen und Grobporen. Schellmann (1990: 67-68) zufolge nimmt der vollständig durch die Parabraunerdebildung überprägte Schwarzerdehorizont eine schwarzbraune Farbe an und zeigt ein ausgeprägtes Polyedergefüge mit intensiven Tonbelägen.

⁵⁴ Die extremen Mächtigkeiten südniedersächsischer Parabraunerden sind laut Bork (1983) auf den primär geringen Kalkgehalt der Jungweichsellössen und das hohe Sickerwasseraufkommen zurückzuführen.

Hanglagen] das Stadium von Rankern und Pararendzinen nicht überschritten [...].“ Aber auch in jüngerer Zeit wird oftmals noch von intensiven Bodenbildungsprozessen im Spätglazial ausgegangen. **Heine (1993: 322)** spricht von der Möglichkeit einer typisch warmzeitlichen Bodenbildung (Braunerde-Ranker auf Hangschutt) im Bölling/Alleröd im Mittelrheintal. Auf eine bedeutende spätglaziale Decarbonatisierung weisen u.a. **Slager & van de Wetering (1977)** in südbayerischen Lössen, **Langohr & Sanders (1985)** im belgischen Lößgürtel⁵⁵, **Górniak (1992)** in polnischen Lössen⁵⁶ und **van Vliet-Lanoë (1992)**⁵⁷ hin. **Bleich & Papenfuß (1996: 89)** beschreiben für das Lößgebiet des Kraichgaus, daß die spätglaziale Bodenentwicklung „bis zur postglazialen Wiederbewaldung gar nicht prinzipiell anders als später verlaufen, sondern nur weniger intensiv gewesen ist. [...] Es bleibt die Tatsache einer frühzeitigen Entkalkung, Verbraunung und Verlehmung und das völlige Fehlen eines Pararendzina- oder Tschernosem-Stadiums.“ Im südlichen England kann **Fisher (1982)** lessivierte Böden teilweise schon für das Mesolithikum belegen.

Für die - nach wie vor nicht vollständig geklärte - Frage nach spätpleistozäner und/oder holozäner Pedogenese ist es darüber hinaus von großer Bedeutung, grundsätzliche pedogenetische Befunde (v.a. zur Tonverlagerung) zu integrieren.

Blume (1964) äußert sich zum Ablauf der Tonverlagerung und schildert sie als körnungsselektiven Vorgang, der primär die Feintonfraktion (< 2µm) ergreift. Von verschiedenen Autoren wird dargelegt, daß Lessivierung bei entsprechenden (v.a. bodenphysikalischen) Voraussetzungen sowohl in kalkhaltigem Material (**Aguilar et al. 1981**)⁵⁸ als auch in stark saurem Milieu ablaufen kann (**Beckmann et al. 1978**). Zusätzlich lassen sich mikromorphologisch unterschiedliche, milieuspezifische Ausprägungen der Tonverlagerung feststellen (**Bolt et al. 1980**). **Stephan (1981: 243)** belegt ebenfalls mikromorphologisch, daß die Tonverlagerung sehr rasch nach der Entkalkung einsetzen kann.

So sind die bodenökologischen Bedingungen für den entscheidenden pedogenetischen Prozeß in Parabraunerden nicht vollständig geklärt: Lessivierung kann in einem breiten bodenökologischen Spektrum ablaufen.

Durch die anthropogene Fossilierung holozäner Böden lassen sich Zeitmarken der holozänen Pedogenese rekonstruieren⁵⁹.

Beckmann et al. (1978) können stark versauerte Oberböden unter ca. 2600 Jahre alten hallstattzeitlichen Hügelgräbern nachweisen. Signifikante Unterschiede zwischen dem rezenten Boden und diesem anthropogen fossilisierten Boden finden sich lediglich in einer weniger stark ausgeprägten Pseudogleydyndynamik des begrabenen Bodens. **Eheim & Völkel (1994)** weisen eindeutig eine mehr als 2000 Jahre alte Al-Bt-Differenzierung in einem für rezente Parabraunerden charakteristischen Maß nach⁶⁰. Auch **Brunnacker & Boenigk (1973: 183)** beschreiben im Regensburger Stadtgebiet einen „präromischen, aus Donauablagerungen hervorgegangenen, parabraunerdeartigen Boden“. Damit stellt sich die Frage, ob die holozänen

⁵⁵ Demnach reflektieren in den meisten Böden lediglich die obersten 30 bis 40cm die holozäne Pedogenese, die restliche (mit bis zu 150cm Mächtigkeit) wird vorwiegend dem Spätglazial zugewiesen.

⁵⁶ Gegenüber der spätglazialen Entkalkung von 1,5 bis 2,4m ist die holozäne Decarbonatisierung vernachlässigbar. **Górniak (1992: 84, Fig. 2)** setzt den Beginn der Parabraunerdebildung ins Alleröd.

⁵⁷ Die Tonverlagerung in ihrer intensivsten Ausprägung wird dem Bölling-Alleröd-Interstadial zugeordnet. In kalkhaltigen oder fluvialen Sedimenten kann sie jedoch ein bedeutend jüngerer Alter haben (**van Vliet-Lanoë 1992**).

⁵⁸ Bevor die Bodenlösung zu calciumreich wird, also zur Zeit der ersten Niederschläge nach trockeneren Phasen.

⁵⁹ **Macphail (1987)** stellt für England in einer Übersicht eine Vielzahl dieser fossilen Böden zusammen und betont dabei die Bedeutung der Böden für die Rekonstruktion von Paläoumwelten. **Macphail (1987: Fig. 30)** wertet dabei die Befunde von über 80 archäologischen Grabungen und den dort auftretenden fossilen Böden aus und deutet diese in Abhängigkeit von den jeweiligen naturräumlichen Gegebenheiten. Eine entsprechende Zusammenstellung existiert meines Wissens im deutschsprachigen Raum bislang nicht.

⁶⁰ Auch die Tongehaltsdifferenzen zwischen Al- und Bt-Horizont dieser fossilen Parabraunerde und die Tongehalte der Bt-Horizonte sind typisch für „[rezente] Parabraunerden auf stark karbonathaltigen (Würm)-Lössen im Raum Regensburg am südlichen Rand des Donautales“ (**Eheim & Völkel 1994: 59**).

Böden Mitteleuropas die, aufgrund ihrer relativ kurzen Entwicklungsdauer vermutete Potenz zu einer Weiterentwicklung (Meyer 1960: 177) noch in sich tragen.

Bodenchemische, -physikalische und v.a. -mikromorphologische Vergleiche rezenter und unterschiedlich alter, anthropogen fossilierter Böden liefern u.a. auch Gardiner & Walsh (1966), Courty & Nørnberg (1985)⁶¹ und Gebhardt (1993). Vor allem mit Hilfe der Bodenmikromorphologie lassen sich die Auswirkungen vorge-schichtlicher agrarischer Nutzung auf die Böden belegen (vgl. Macphail et al. 1990, Holliday 1992).

Die Untersuchung der Pedogenese in anthropogenen bzw. anthropogen bedingten Sedimenten greift v. a. auf Aufwurfmaterialien (u.a. Wallanlagen, Hügelgräber), Grubenverfüllungen, Kolluvien und Auenlehme zurück.

Bei den Betrachtungsansätzen zur Bodenbildung ist grundsätzlich zu bedenken, „daß die im Gelände beobachtete Bodenbildungsintensität nur bei genau vergleichbarem Substrat vergleichbare Aussagen hinsichtlich der Bildungsdauer und Bodenbildungsintensität erlaubt“ (Rohdenburg 1978: 468). So kann die Pedogenese „in tonigem [kalkfreiem] Aufwurfmaterial [...] zwar rasch in die Tiefe greifen, aber keine wesentliche Tonbildung ergeben, sondern vor allem eine Verlagerung des schon vorher entstandenen Bodentons bewirken“ (Rohdenburg 1978: 468).

Tab. 8 (Kap. 9.2) zeigt ausgewählte Beispiele für Bodenbildungen in Aufwurfmaterial, Grubenverfüllungen und Kolluvien in Abhängigkeit vom Ausgangssubstrat, der Vegetationsbedeckung und der Bodenbildungsdauer.

Bodenbildung in aufgeschüttetem Material

Beckmann et al. (1978) können in hallstattzeitlichen Hügelgräbern (ca. 600 BC (cal)) im Taunus in aufgeschüttetem Lößlehmmaterial die Bildung von Tonanreicherungshorizonten oder -bändern im Sinne einer Lessivierung nachweisen. Dieser Bodenbildungsprozeß wird bodenphysikalisch begünstigt durch den aufwurfbedingten hohen Anteil an Grobporen. Die starke Heterogenität des Bodenmaterials erlaubt allerdings keine Quantifizierung der umgelagerten Mengen an Ton. Die Rolle der Verwitterung in den letzten ca. 2600 Jahren wird jedoch insgesamt als relativ schwach bewertet: „Vermutlich hat die Verwitterung nach der Aufschüttung der Grabhügel keine wesentliche Rolle für die Bildung von Feinsubstanz gespielt. Die Tonverlagerung hat nur bereits vorhandene⁶² Fließplasma reaktiviert und zu einer Neuverteilung geführt“ (Beckmann et al. 1978: 407).

Ebenfalls in hessischen hallstattzeitlichen Hügelgräbern, allerdings aus ursprünglich etwa 10% Carbonat enthaltenden Hochflutlehmern aufgebaut, weisen Semmel & Poetsch (1996b) eine gut entwickelte Parabraunerde nach, die sehr hohe Tongehaltsdifferenzen zwischen Al- und Bt-Horizont zeigt (etwa 20%).

Müller (1970) kann im etwa 1800 Jahre alten römischen Limes in der Nähe des Neckars die Bildung einer ca. 60cm mächtigen Parabraunerde mit Tongehaltsdifferenzen zwischen Al- und Bt-Horizont des aufgeschütteten Materials von etwa 11% dokumentieren. Auch jüngeres Aufwurfmaterial zeigt eine gewisse Horizontierung, die er jedoch auf substratbedingte Differenzen und nicht auf Bodenbildungsprozesse zurückführt.

Eine eindeutige Pedogenese in Richtung einer Parabraunerde können Eheim & Völkel (1994) im aufgeschütteten Bt-Material etwa 2000 Jahre alter spätlatènezeitlicher Viereckschanzen im Regensburger Lößgebiet nachweisen. In diesem Material hat sich in den letzten 2000 Jahren

⁶¹ In der Arbeit werden durch Flugsand fossilisierte agrarisch genutzte und nicht genutzte eisenzeitliche Böden an der jütländischen Westküste untersucht. Die vorgeschichtliche Landnutzung hatte entsprechenden Einfluß auf die Granulometrie, die Verteilung der org. Substanz, das C/N-Verhältnis, den pH-Wert sowie den Gehalt an organischem Phosphor und veränderte somit die Bodeneigenschaften bereits grundlegend.

⁶² Unterstreichung hinzugefügt.

eine Parabraunerde entwickelt, die Tongehaltsunterschiede zwischen Al- und Bt-Horizont von etwa 8% aufweist. Diese Bodenbildung ist „ein Beleg dafür, daß auch in karbonatfreien Substraten in einem vergleichsweise kurzen Entwicklungszeitraum in erheblichem Umfang Tonverlagerung im Sinne einer Lessivierung möglich ist“ (Eheim & Völkel 1994: 58).

In einem ursprünglich kolluvial verlagerten Bt-Material, das anschließend zu Wölbäckern aufgefllügt wurde, lassen sich ebenfalls Tendenzen in Richtung einer Parabraunerdebildung erkennen, die allerdings nur aufgrund der bald nach Anlage der Äcker einsetzenden Wiederbewaldung im 14. Jahrhundert ablaufen konnten (Bork 1988).

Nur schwache Bodenbildungen (Pararendzina) in Abhängigkeit vom Ausgangssubstrat (mittelalterlicher Kulturschutt) weisen Brunnacker & Boenigk (1973) im Stadtgebiet von Regensburg nach.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, daß in vor- und frühgeschichtlichem Aufwurfmaterial eindeutig pedogenetische Prozesse nachgewiesen werden können. Die Intensität dieser pedogenetischen Prozesse ist jedoch sehr stark abhängig von der Art des Ausgangsmaterials. Darüber hinaus wird immer wieder herausgestellt, daß aufgeschüttete Substrate in sich sehr heterogen aufgebaut und damit einer Bilanzierung der Bodenbildungsprozesse nur sehr schwer zugänglich sind⁶³.

Bodenbildung in Grubenverfüllungen

Mückenhausen (1966) beschreibt in neolithischen Grubenverfüllungen Verbraunungsprozesse, die ca. 70cm tief reichen, und schließt daraus auf eine entsprechende Pedogenese seit dieser Zeit.

Slager & van de Watering (1977) weisen ebenfalls Bodenbildungsprozesse in neolithischen Verfüllungen nach. Dabei läuft die Pedogenese in diesen anthropogenen Substraten schneller ab als im umliegenden nativen Boden. Die tiefere Entkalkung in den Grubenverfüllungen wird aus der topographischen Sonderposition dieser Gruben verständlich gemacht. Die verstärkte Tonverlagerung, die hier vorwiegend für den Feinton nachweisbar ist, wird auf die relativ kurze Zeit der bandkeramischen Nutzungsphase zurückgeführt; d.h., die forcierte Tonverlagerung beschränkte sich auf diesen kurzen Zeitraum. Die Gründe für diese offenkundigen Unterschiede können nicht angegeben werden.

Sabel (1982: 80) und Thiemeyer (1989a: 37) beschreiben entsprechende parabraunerdeartige Bodenbildungen in Grubenverfüllungen der Wetterau. Nach Sabel (1982) sprechen oberflächenparallele Horizontierungen für eine in situ-Bodenbildung; Thiemeyer (1989a) führt die tieferreichende Bodenbildung innerhalb dieser Verfüllungen auf die Störung der Bodenoberfläche (Offenstehen der Grube) sowie in den Folgezeiten auf die bessere Drainage der Verfüllungen zurück.

⁶³ Scheffer & Meyer (1963: 9) stellen Bodenentwicklungsstufen in unterschiedlich anthropogen aufgeschütteten Substraten zusammen. In Abhängigkeit vom grobklastischen, stark carbonathaltigem Ausgangsmaterial eines Wellenschuttkalkes können jedoch nur sehr schwache Bodenbildungen in Wällen und Hügelgräbern festgestellt werden.

Bodenbildung in Kolluvien

Abgesehen von wenigen Ausnahmen sind Hinweise auf Bodenbildungen in prähistorischen Kolluvien sehr selten. Die überwiegende Anzahl der Untersuchungen, die sich mit der Pedogenese in kolluvialen Substraten befaßt, hat mittelalterliche bis neuzeitliche Umlagerungshorizonte zum Gegenstand.

Bibus (1989: 74) beschreibt im Neckar-Enz-Gebiet ein lößbürtiges, spätbronze- bis früheisenzeitliches Kolluvium, in dem sich, analog zu den Untersuchungen von **Rohdenburg et al. (1975)**, eine „Mini-Parabraunerde“ gebildet hat. Aus dem Dungau stellt **Schellmann (1990: 68)** ein dunkelbraunes, humoses Kolluvium vor, „auf dem sich eine gering durchschlammte Parabraunerde-Braunerde entwickelte, die durch schwache Tonbeläge auf den Bodenaggregaten charakterisiert ist“.

Ein älteres, etwa 1500 bis 2000 Jahre altes Kolluvium in den südlichen Niederlanden mit einer schwachen Tonverlagerung, die mikromorphologisch nachgewiesen werden kann, beschreiben **Bolt et al. (1980)⁶⁴**. In etwa 1000 Jahre alten hochmittelalterlichen, kalkfreien Kolluvien sind durchaus Tendenzen zur Bildung von Parabraunerden vorhanden (**Semmel & Poetsch 1996a**). Entsprechende pedogenetische Prozesse in jüngeren, spätmittelalterlichen Kolluvien werden sowohl von **Bork & Rohdenburg (1979)** als auch von **Bork (1988)** dargestellt⁶⁵. **Kwaad & Mücher (1979)** zeigen in einem ebenfalls spätmittelalterlichen Kolluvium, das heute unter agrarischer Nutzung liegt, ebenso das Auftreten von Toncutanen. Desweiteren können **Kwaad & Mücher (1979: 190)** Kolluvien, die gegenwärtig unter Wald liegen, von anderen, die einer augenblicklichen agrarischen Nutzung unterliegen, unterscheiden.

Die Kolluvien unter Wald zeigen höhere Steingehalte und höhere Anteile an organischer Substanz. Zurückgeführt werden diese Unterschiede auf die früheren Nutzungsbedingungen. Orte, an denen die Bodenerosion in hoher Intensität ablief, fielen kurz darauf wüst und waren damit der weiteren anthropogenen Nutzung entzogen, so daß mit der Wiederbewaldung die entsprechende Bodenbildung einsetzen konnte. Die Kolluvien unter Wald weisen auf intensive Abtragung (höherer Steingehalt) und verstärkte Bodenbildung (Anteile an org. Substanz) hin (**Kwaad & Mücher 1979**).

Stark abweichende Befunde gibt es zur Bodenbildung in neuzeitlichen kalkhaltigen Kolluvien. **Bork (1988)** weist dort neuzeitliche Parabraunerden nach, während **Semmel (1996c)** lediglich die Bildung einer schwachen Pararendzina unter Wald in den vergangenen 400 Jahren postuliert. Diese Widersprüche sind bislang nicht aufgelöst.

Bodenbildung in Auensedimenten

Die Abgrenzung verschiedener Auenstufen bzw. Auenterrassen anhand jeweils charakteristischer Bodenbildungen ist eine gängige und erfolgreich eingesetzte Arbeitsmethode bei flußgeschichtlichen Untersuchungen (vgl. u.a. an der Donau **Buch 1988a**, **Schellmann 1990**, **Hilgart 1995**, am Niederrhein **Schröder 1979**). **Brosche (1984)** an der Werra und **Biel (1995b)** in der Oberrheinregion weisen in unterschiedlich alten Auenlehmen Parabraunerdebildungen nach. **Stephan (1993)** kann aufgrund mikromorphologischer Untersuchungen - mit Einschränkungen - das Alter der Böden mit entsprechenden bodenmikromorphologischen Kennzeichen verknüpfen. Er weist darauf hin, daß der Substratunterschied in den Hochflutlehmen einen bedeutenden Einfluß auf die Bodenbildung ausübt.

⁶⁴ Trotz dieser belegbaren Tonverlagerung wird der Bodentyp in diesem Kolluvium als Braunerde (Eutric Cambisol) charakterisiert.

⁶⁵ Ein Tonverarmungshorizont kann sich demzufolge innerhalb von 150 Jahren bilden.

Diskussion der Befunde zur Bodenbildung im Holozän

Aussagen zu Bodenbildungsraten sind schon deshalb problematisch, da sich kaum vergleichbare Ausgangsbedingungen rekonstruieren lassen. Eine Übertragung der zeitlich eingrenzbaaren mittel- bis jungholozänen Bodenbildungsraten auf das Spätglazial oder ältere Abschnitte des Holozäns, (um auf diesem Wege der Frage nach spätglazialer und/oder holozäner Bodenbildung näher zu kommen) erscheint nicht möglich⁶⁶. Außerdem ist es schwierig, aus Bodenbildungsraten in anthropogen bedingten Substraten Rückschlüsse auf die natürliche Entwicklungsgeschwindigkeit der Böden im Holozän ziehen zu wollen, da diese Substrate in ihren bodenphysikalischen und -chemischen Eigenschaften nicht den natürlichen Bodenbildungssubstraten entsprechen können. Desweiteren ist es nicht immer eindeutig möglich, Sedimenteigenschaften (hier Eigenschaften des umgelagerten Materials) von in situ-Bodenbildungsprozessen zu unterscheiden, wenn das umgelagerte Material bereits einer früheren Pedogenese unterworfen war. Zur genauen Differenzierung erscheinen hier bodenmikromorphologische Untersuchungen unabdingbar. Als Referenzprofile sind für die Geschwindigkeit der holozänen Pedogenese im Lößgebiet im strengen Sinne nur Böden sinnvoll heranzuziehen, die sich ab einer bestimmten Zeit aus einem kalkhaltigen Löß als Ausgangsmaterial der Bodenbildung entwickelt haben. Hierzu gibt es selbst für die Bodenbildung unter Wald völlig widersprüchliche Angaben (vgl. u.a. **Bork 1988, Semmel 1996**), die sich aus den geschilderten Befunden allein nicht ableiten lassen. Trotz dieser Einschränkungen wird deutlich, daß im Mittel- und Jungholozän in Mitteleuropa für die Bodenbildung von Natur aus günstige Bedingungen herrschen. Die Befunde in Hügelgräbern, Kolluvien und auch in Auensedimenten bestätigen dies nachdrücklich. **Bork (1988: 93)** stellt in kalkfreien Kolluvien unter Wald Bodenneubildungsraten um 10cm/100a fest. Entscheidend für die mittel- bis jungholozäne Pedogenese in Lößgebieten scheint aber weniger das Ausgangssubstrat - hier die Unterscheidung zwischen kalkhaltig und kalkfrei - als die Vegetationszusammensetzung zu sein. Art und Intensität der Bodenbildung hängt dadurch in eindeutiger Weise von der Landnutzung in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft ab. **Bork (1988: 92)** erkennt, daß die mittelalterlich-neuzeitliche Bodenbildung nur auf den als Wald oder als Dauergrünland genutzten Hängen bedeutende Ausmaße erreicht hat. Unter Ackernutzung ist keine vergleichbar intensive Bodenbildung nachzuweisen; die Bodenbildungsrate geht hier gegen Null. Damit kann von der vielfach postulierten Gleichzeitigkeit von Bodenbildung und Bodenerosion für bewaldete und vegetationsfreie Standorte (**Bork 1988**) nicht ausgegangen werden. Der unauflösbare Widerspruch lautet: Unter Wald findet Bodenbildung, aber keine (kaum) Abtragung statt, unter ackerbaulicher Nutzung erfolgt Bodenerosion, die nicht durch Bodenbildung kompensiert werden kann. Damit ist die Bodenerosion auf Ackerflächen irreversibel, so lange dort Ackerbau stattfindet. Bodenerosion in Agrarökosystemen ist aus rein pedogenetischer Sicht nicht tolerierbar. Toleranzwerte der Bodenerosion können nicht widerspruchsfrei sein. **Stephan (1996: 29)** bezeichnet Bodenerosion dann als final, „wenn das Substrat der Bodenbildung geringmächtig ist und abgetragen wird, das Liegende nicht ohne erneute Bodenbildung landwirtschaftlich nutzbar und die Bodenbildungsrate zu gering ist.“ Diese Bedingungen gelten auch in der mitteleuropäischen Vorgeschichte. Die durch Bodenerosion hervorgerufenen Schäden auf den vorgeschichtlichen Ackerschlägen konnten nicht durch eine entsprechende Bodenbildung ausgeglichen werden. Das in verschiedenen Zeitabständen nachgewiesene erneute Aufsuchen bestimmter Orte zur Errichtung von Siedlungen und

⁶⁶ **Smolikova & Lozek (1973, 1978)** sowie **Vasatko & Lozek (1973)** sprechen von einer „retrograden Bodenbildung“ seit den Anfängen der agrarischen Nutzung. Sie betonen damit das Innehalten der Bodenbildung aufgrund des menschlichen Einflusses und die Verhinderung der Weiterentwicklung der Böden im Zuge der Entwaldung. Eine Ähnlichkeit dieser anthropogen beeinflussten jungholozänen Veränderung der Böden mit der spätglazialen Phase der Bodenbildung wird vermutet. Ferner wird versucht, diese Zeitabschnitte miteinander zu vergleichen.

Ackerflächen kann unter bestimmten Bedingungen als Indiz für eine Regenerierung der Böden im Anschluß an eine Besiedlungsphase unter einsetzender Wiederbewaldung innerhalb weniger Jahrhunderte herangezogen werden. Dabei wird die neuerliche Bodenbildung überwiegend in den Bt-Horizonten erodierter Parabraunerden und im umgelagerten Parabraunerde-Material selbst abgelaufen und eine Entkalkung des Ausgangssubstrates nicht notwendig gewesen sein.

2.2.4 Kolluvien, Auenlehme und Böden - Möglichkeiten zur Rekonstruktion holozäner Landschaftsgeschichte

Kolluvien, Auenlehme und Böden bieten, trotz aller Unsicherheiten hinsichtlich ihrer Interpretation, auf unterschiedliche Art und Weise Möglichkeiten, die holozäne Landschaftsgeschichte und die sie beeinflussenden Faktoren zu rekonstruieren. Aus der Untersuchung der kolluvialen Sedimente läßt sich die Art der Veränderung einer Landschaft, die Entwicklung ihrer Formen und Reliefeigenschaften in direktem Bezug zu anthropogenen Eingriffen darstellen. Auenlehme ermöglichen es, Beginn und Ausmaß großräumiger anthropogener Landschaftsveränderungen nachzuweisen. Die Rekonstruktion der Flußgeschichte erlaubt es zudem, das Siedlungsverhalten (u.a. Feuchtbodensiedlungen) vorgeschichtlicher Kulturen besser zu verstehen. Als Schwemmfächer an den Talrändern verzahnen sich Kolluvien und Auenlehme.

Böden kennzeichnen zum einen Stabilitätsphasen in kolluvialen und alluvialen Abfolgen, zum anderen sind sie sowohl Indikatoren menschlicher Einflüsse als auch Zeugen der bodenbildenden Kraft in bestimmten Zeitabschnitten des Holozäns.

Mit der Bearbeitung dieser drei Archive erscheint es gleichzeitig möglich, Grenzen zu überschreiten, die sich aus der Betrachtung eines einzigen dieser, per se zeitlich nicht hochauflösenden, Paläoumweltindikatoren ergeben.

Die Untersuchungen zur Rekonstruktion der Paläoumwelt und ihrer Veränderungen sind selbstverständlich nicht nur auf den mitteleuropäischen Raum beschränkt. Neben dem Mittelmeerraum als dem klassischen Raum der Analyse früher menschlicher Umweltveränderungen, wurden die Britischen Inseln (und teilweise auch Skandinavien) in diesem Kontext bislang grundlegend untersucht. Aber auch im außereuropäischen Raum (u.a. in Mittelamerika) wurden entsprechende Arbeiten mit Erfolg durchgeführt.

Im folgenden Abschnitt werden einige dieser Ergebnisse kurz zusammenfassend dargestellt, da sie auch für die Untersuchungen im mitteleuropäischen Raum von Bedeutung sind.

2.2.5 Landschaftsveränderungen in vorgeschichtlicher Zeit außerhalb Mitteleuropas - ein Exkurs

Britische Inseln und südliches Skandinavien

Geoarchäologische Untersuchungen haben auf den Britischen Inseln eine lange Tradition und zeichnen sich durch intensive fächerübergreifende Zusammenarbeit aus. Die Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen Mensch, Klima und holozäner Flußentwicklung wurden erst unlängst in einem Sammelband von **Needham & Macklin (1992) (eds.)** kompiliert. **Macphail (1987)** stellt die Bedeutung der Bodenkunde in Zusammenhang mit archäologischen Fragestellungen heraus (vgl. Kap. 2.2.4). **Favies-Mortlock et al. (1997)** versuchen in den südenglischen South Downs die Veränderung der Paläoumwelt seit dem Siedlungsbeginn unter Anwendung von Bodenerosionsmodellen zu erfassen (vgl. Kap. 2.1).

Bei der Untersuchung der fluvialen Sedimente und ihrer Genese stehen ebenso wie in mitteleuropäischen Flußlandschaften Fragen nach den auslösenden und verändernden Kräften im Mittelpunkt.

Macklin et al. (1992) fassen Klima und Mensch nicht als konkurrierende Faktoren auf, sondern sehen die Reaktion des fluvialen Systems auf holozäne Umweltveränderungen als Folge eines Wechselspiels zwischen anthropogenen und klimatischen Parametern. Zu bestimmten Zeiten kann jeder dieser Einflüsse das fluviale Geschehen steuern.

Ein regionaler Schwerpunkt der Arbeiten zur Flußentwicklung auf den Britischen Inseln liegt an der Themse (u.a. **Lambrick 1992, Macklin et al. 1992, Needham 1992**). An der Oberen Themse erklärt **Lambrick (1992)** Veränderungen in der Paläohydrologie und der Sedimentation in den Auenbereichen mit wechselnden Siedlungs- und Landnutzungssystemen im Einzugsgebiet.

Lambrick (1992: 217) kann folgende Phasen der vorgeschichtlichen fluvialen Entwicklung an der Oberen Themse rekonstruieren:

Nach der altholozänen Stabilisierung des Flußsystems mit der Bildung terrestrischer Böden stellt sich ein niedriger Grundwasserspiegel in der Zeit zwischen Mesolithikum und Bronzezeit ein. Nur minimale Überschwemmungen und Auenlehmbildungen treten auf. Am Ende der Bronzezeit steigt der Wasserspiegel. In der Eisenzeit nimmt die Hochflutaktivität zu, wobei die Auenlehmbildung noch immer gering bleibt. Erst in der ausklingenden Eisenzeit und der Römerzeit kommt es zu weitflächigen vorgeschichtlichen Ablagerungen in den Auenbereichen.

Allerdings stellen **Evans et al. (1988, 1993)** in den südenglischen Downs auch fest, daß nicht immer eine Koizidenz zwischen der Besiedlung an den Hängen und der Ablagerung von Auenlehmen nachweisbar ist, wobei auch in diesem Gebiet die anthropogen beeinflusste Sedimentation bereits in der Linienbandkeramik beginnt.

Bell (1982, 1983) weist auf die Rückkopplung von Bodenerosion und Siedlungsverlagerung hin⁶⁷. Neben der dominanten Beziehung zwischen Kolluvienbildung und Landnutzung gibt es demzufolge auch Hinweise auf bemerkenswerte Erosionsbeträge als Folge singulärer vorgeschichtlicher Witterungsereignisse.

Die ältesten anthropogen bedingten Kolluvien in Südengland sind nach **Bell (1982: 137)** mehr als 5000 Jahre (¹⁴C) alt. **Bell (1992)** zeigt, wie der Mensch diese Umweltveränderungen wahrnimmt und auf sie reagiert.

Scaife & Burrin (1992) zeigen anhand der Längsprofile verschiedener südenglischer Flüsse (Sussex) die flußaufwärts abnehmende Mächtigkeit und zugleich das jüngere Alter der Auen-sedimente. Sie führen diese Erscheinungen auf die Veränderung bzw. Verschiebung von Siedlungsplätzen im Laufe der vorgeschichtlichen Epochen zurück.

Ebenfalls im nördlichen Europa kann **Dearing (1991)** im Rahmen des interdisziplinär angelegten Ystad-Projektes durch die Untersuchung der Sedimente südschwedischer Seen eine detaillierte Landnutzungs- und Bodenerosionsgeschichte erstellen, die verschiedene Destabilisierungsphasen zeigt. Diese Phasen können mit der Siedlungsgeschichte in Einklang gebracht werden (**Dearing 1991: 289**).

Dabei ist eindeutig belegt, daß bei diesen Prozessen "[...] climatic conditions have played a secondary role to the factors of slope length and crop husbandary" (**Dearing 1991: 292**).

⁶⁷ **Allen (1991: 67)** stellt in diesem Kontext die weite Verbreitung kolluvialer Sedimente fest und befindet, daß "colluvia are broadly anthropogenic in origin."

Mediterraner Raum

Die Mediterranregion gilt als „klassische Landschaft der Bodenzerstörung“ (**Heine 1994: 69**). Prozesse der Bodenerosion setzen hier schon im siebten Jahrtausend BC (cal) ein (**Köhler-Rollefson & Rollefson 1990**)⁶⁸. Bereits bei **Platon** lassen sich Hinweise auf Bodenerosion finden, die schon damals mit Rodung und Entwaldung in einem Kausalzusammenhang gesehen wird.

„Auch trug der Boden viele andere, hohe Fruchtbäume und bot den Herden höchst ergiebige Weide; vorzüglich aber gab ihm das im Laufe des Jahres von Zeus entsandte Wasser Gedeihen, welches ihm nicht, indem es wie jetzt bei dem kahlen Boden in das Meer sich ergoß, verlorenging; sondern indem er viel Erde besaß, in sie es aufnahm und es in einer schützenden Tonschicht verteilte, entließ er das von den Höhen eingesogene Wasser in die Talgründe und gewährte allerwärts hin reichliche Bewässerung durch Flüsse und Quellen, von welchen auch noch jetzt an den ehemaligen Quellen geweihte Merkmale zurückgeblieben sind, daß das wahr sei, was man jetzt davon erzählt“ (**Platon: Kritias, 111c - 111d**)⁶⁹.

Eine kurze Zusammenfassung zur vor- und frühgeschichtlichen Bodenerosion gibt **Butzer (1974: 66-69)**, wobei er vorwiegend auf die post-römischen Erosionserscheinungen abhebt. Eine historische Geographie des westlichen europäischen Mittelmeerraumes legt **Delano Smith (1979)** vor.

Barker & Hunt (1995: 156) können im mittellitalienischen Bifernotal eindeutig eine anthropogen induzierte Form der alluvialen Sedimentationsmuster nachweisen: "It is surely more than coincidental that the archaeologically-defined major phases of land use expansion and/or agricultural intensification coincide with [fluvial] aggradation phases. [...], human activity is the dominant influence on fluvial activity in the Holocene." Damit stellen sich **Barker & Hunt (1995)** gegen die Aussagen von **Vita-Finzi (1969)**, der eine vorwiegend klimatische Steuerung der holozänen fluvialen Morphodynamik im mediterranen Raum postuliert⁷⁰. Veränderungen des Reliefs aufgrund der anthropogenen Eingriffe, beginnend im 5. Jahrhundert v. Chr., belegt **Rust (1978)** auf der mittelgriechischen Insel Euböa. Er zeigt, daß „im lokalen Maßstab auch der radikale anthropogene Eingriff radikale morphodynamische Veränderungen hervorrufen kann“ und spricht sich für einen „beträchtlichen anthropogenen Anteil bei der Bildung der holozänen Sedimente aus“ (**Rust 1978: 202**). **Van Andel et al. (1990)** stellen bei der Analyse der vorgeschichtlichen Bodenerosionsprozesse an verschiedenen Orten Griechenlands ebenfalls fest, daß die meisten dieser Vorgänge räumlich und zeitlich mit direktem menschlichen Einwirken auf die Landschaftsentwicklung einhergehen. Dies läßt sich auch daran erkennen, daß die holozäne Ablagerungsgeschichte verschiedener Untersuchungsstandorte nur teilweise miteinander übereinstimmt. Zu einer vergleichbaren Deutung kommt auch **Brückner (1983)** aufgrund eigener Befunde aus Süditalien und der Auswertung verschiedener Literaturzitate. Die holozänen Talfüllungen im Mittelmeerraum verlaufen demnach nicht synchron und sind damit nicht übergeordnet (d.h. klimatisch) gesteuert, sondern können durch den lokalen historischen Besiedlungsverlauf besser erklärt werden. In Süditalien lassen sich Verschüttungsphasen nachweisen, so um 700 BC (cal) bis 200 AD, die eindeutig mit der „Kulturtätigkeit“ zu dieser Zeit zusammenfallen. Die daraus abgeleitete Sedimentationsrate übersteigt jegliche aus diesem Raum bekannten natürlichen Akkumulationsvorgänge um ein Vielfaches (**Brückner 1983: 113**). **Böhm & Gerold (1995)** weisen in Regionen Anatoliens auf eine bedeutende historische Bodenerosion seit dem Neolithikum hin. Veränderungen der Küstenlinien und Phasen der Deltaverlandung dokumentiert **Brückner (1996)** an der türkischen Ägäis (vgl. **Büdel 1965**). Der anthropogene Faktor dominiert eindeutig bei diesen Kulturlandschaftsveränderungen, lokal ist tektonischen Vorgängen und Meeresspiegelschwankungen (**Delano Smith 1979: 320**) Beachtung zu schenken.

⁶⁸ Zitiert in **Heine (1994)**.

⁶⁹ **Platon**, in der Übersetzung von Schleiermacher & Müller (1959).

⁷⁰ U. a. bereits von **Butzer (1974)** angefochten. **Delano Smith (1979: 322)** betrachtet die Auflösung der mediterranen Talfüllungen durch **Vita-Finzi (1969)** in eine Ältere und Jüngere Füllung als zu schematisch. **Hempel (1984: 132)** weist auf eine differenzierte Betrachtung menschlicher und klimatischer Einflüsse der mediterranen Talfüllungen hin.

In einer Zusammenfassung von Befunden zu Talfüllungen im mediterranen Raum kommt **Delano Smith (1979: 325)** zur Auffassung, daß ohne Frage "the climatic factor is of immense importance but it has to be considered together with the human one". **Woodward (1995)** betont zugleich, daß Bodennutzung im mediterranen Raum, bedingt durch die Terrassierung, nicht automatisch zu einer beschleunigten Abtragung geführt haben muß.

"Recent research has suggested that the cultivation of catchment slopes was not always associated with accelerated soil loss because another important human modification of the Mediterranean river basins - the introduction of terracing on slopes - served to check soil movement downslope to valley floors" (**Woodward 1995: 99**).

Zusammenfassend wird aus den Untersuchungen im mediterranen Raum deutlich, wie stark der anthropogene Einfluß bei der Bildung kolluvialer und alluvialer Sedimente wirksam wird, lokal in einem viel stärkeren Maße landschaftsprägend als in Mitteleuropa und dies bereits seit einem bedeutend längeren Zeitraum.

3 Das Untersuchungsgebiet

Aufgrund seiner naturräumlichen Gegebenheiten und siedlungsgeschichtlichen Entwicklung bietet das Lößgebiet bei Regensburg sehr gute Voraussetzungen, Fragen der vorge-schichtlichen Bodenerosion zu erörtern, die holozäne Boden- und Reliefentwicklung zu re-konstruieren und sie in den in Kap. 2 dargelegten Forschungsstand einzugliedern.

3.1 Lage und Relief

Die zehn Untersuchungsstandorte⁷¹ (vgl. Abb. 5) befinden sich in einem Raum, der in durch die Städte Regensburg im Norden, Straubing im Osten, Landshut im Süden und Kelheim im Westen umrissen werden kann⁷².

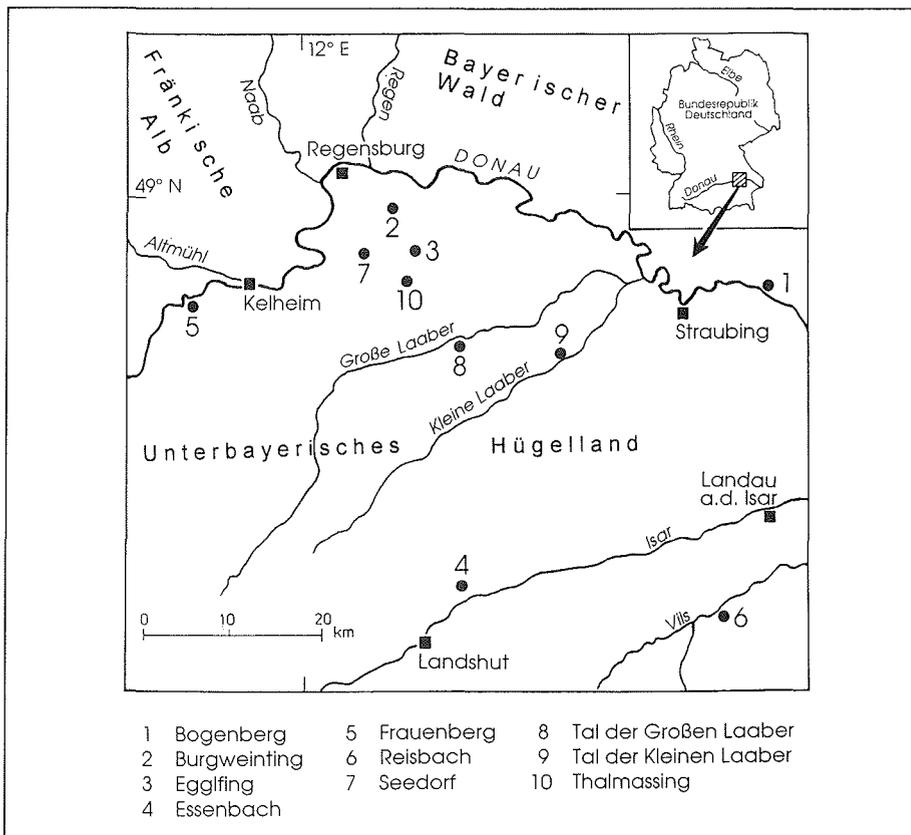


Abb. 5: Die Untersuchungsstandorte in ihrem naturräumlichen Rahmen⁷³.

⁷¹ An dieser Stelle werden lediglich Grundzüge der naturräumlichen Ausstattung gegeben. Die genaue natur-räumliche Charakterisierung der einzelnen Untersuchungsstandorte wird an entsprechender Stelle im Ergebnisteil (Kap. 5) vorgelegt.

⁷² Die Standorte Bogenberg, Frauenberg und Reisbach liegen etwas außerhalb dieses Vierecks.

⁷³ Duplikat als Beilage 2.

3.1.1 Standorte im Unterbayerischen Hügelland

Zu einem überwiegenden Teil liegt das Untersuchungsgebiet im Unterbayerischen Hügelland⁷⁴ (Fehn 1953: 129ff), das in seiner gesamten Ausdehnung den Nordteil des Bayerischen Alpenvorlandes (vgl. Manske 1981/1982) zwischen Lech und Inn einnimmt.

Die Standorte Eggfing und Seedorf sind dem Donau-Isar-Hügelland (Fehn 1953: 131) als Teil des Unterbayerischen Hügellandes zuzuordnen. Das Donau-Isar-Hügelland ist charakterisiert durch „[...] geschwungene Hügelzüge mit einem engmaschigen, fein verzweigten Talnetz. [...] Die Entwässerung erfolgt überwiegend durch autochthone Flüsse wie Ilm, Abens, Glom, Große und Kleine Laaber“⁷⁵ (Fehn 1953: 131). Reich verzweigte Nebentäler gliedern eine nur wenig über den fast ebenen Talböden erhobene Hügel- und Rückenlandschaft (Schieber 1984). Die Täler der Großen und Kleinen Laaber leiten bereits vom Donau-Isar-Hügelland in den nördlich angrenzenden Dungau über, der mit einem Standort (Burgweinting) ebenfalls bearbeitet wird. Er umfaßt die Terrassenlandschaft der Donau im Regensburg-Straubinger Becken. Nach Nordosten ist der Dungau durch die markante tektonische Linie des Donaurandbruchs vom Bayerischen Wald klar abgesetzt. Im Isar-Inn-Hügelland (Fehn 1953: 127) befindet sich der Standort Reibach (Vilstal), im Unteren Isartal (Fehn 1953: 130) der Standort Essenbach.

Das Relief, das in Gestalt von Hanglänge und Hangneigung einen bedeutenden erosionsbeeinflussenden Faktor darstellt, ist im Unterbayerischen Hügelland auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen durch mittlere Neigungen von weniger als 9% gekennzeichnet (Auerswald & Schmidt 1986: 14-15). Die durchschnittlichen Hangneigungswerte liegen bei etwa 2-6%. In der Terrassenlandschaft des Dungaues sind sie entsprechend niedriger.

Nach der Einteilung von Auerswald & Schmidt (1986: 15) sind diese Bereiche durch die Hangneigungsklassen 0 bis 2,5 ausgezeichnet. In der Regel sind die nicht landwirtschaftlich genutzten Bereiche des Untersuchungsgebietes stärker geneigt als die landwirtschaftlich genutzten (Auerswald & Schmidt 1986: 16).

Die Standorte im Unterbayerischen Hügelland liegen in Höhenlagen zwischen 330m (Burgweinting) und knapp über 400m (Kleine Laaber und Reibach). Bedingt durch die Beziehung zwischen Hangneigung und erosionswirksamer Hanglänge (Auerswald & Schmidt 1986: 16) treten große erosive Hanglängen mit 150m und mehr auf.

3.1.2 Standorte in den benachbarten Gebieten des Unterbayerischen Hügellandes

Der Frauenberg bei Kelheim mit seinen vorgeschichtlichen Höhensiedlungen liegt in einem angrenzenden Naturraum des Unterbayerischen Hügellandes, der Südlichen Frankenalb (Otremba 1955: 149ff)⁷⁶. Dieses, charakterisiert durch ein flachwelliges Relief, greift hier in Gestalt des Kelheimer Sporns südlich über die Donau. Durch das Weltenburger Durchbruchstal wird dieser flächenmäßig kleine Abschnitt vom Hauptteil abgetrennt. Mit dem Bogenberg⁷⁷ bei Straubing hat der Untersuchungsraum darüber hinaus mit dem Falkensteiner Vorwald als Teil

⁷⁴ Analog zu „Unterbayerisches Hügelland“ tritt auch die Bezeichnung „Niederbayerisches Hügelland“ auf (Wittmann 1991). Geologisch finden die Begriffe „Tertiärhügelland“ oder „Löbühügelland“ Verwendung, die im Gegensatz zu den vorgenannten Bezeichnungen den vorwiegend quartär geformten Dungau ausschließen.

⁷⁵ Aufgrund der Reliefbedingungen setzen sich die übergeordneten Talrichtungen aus einer Nord- und einer Ostkomponente zusammen.

⁷⁶ Als Teil der Fränkischen Alb.

⁷⁷ Der Bogenberg bei Straubing und sein Umland sind Gegenstand eines eigenständigen Dissertationsvorhabens im Rahmen des DFG-Projektes zur „Holozänen Boden- und Reliefentwicklung“, das bereits auf einer Diplomarbeit (Nuber 1996) aufbauen kann. In der vorliegenden Arbeit wird der Bogenberg deshalb lediglich vergleichend zum Frauenberg bei Kelheim betrachtet (vgl. Heine et al. 1997).

des Bayerischen Waldes (Fehn 1959: 641) Anteil an einer weiteren naturräumlichen Haupteinheit. Für den Falkensteiner Vorwald sind hier - an seinem südöstlichen Rand - flachwellige, von tertiären Sedimenten erfüllte Buchten typisch. Nur die höchsten Teile des aus paläozoischen Gesteinen (Gneise und Granite) aufgebauten Grundgebirges ragen daraus hervor (Fehn 1959: 642).

In den Höhengiedlungen und ihrem jeweiligen Umfeld stellt sich naturgemäß eine stark vom Unterbayerischen Hügelland abweichende topographische Situation dar. Hier werden an den Steilabfällen zur Donau und zum Umland Hangneigungen von mehr als 20% erreicht. Sowohl der Bogenberg mit seiner Höhe von 432m ü. NN als auch der Frauenberg überragen ihr Umland um mehr als 100m und zeichnen sich durch eine entsprechend hohe Reliefenergie aus. Der Frauenberg ist mit seinen 447m ü. NN zugleich der höchstgelegene Punkt der bearbeiteten Standorte.⁷⁸

3.2 Naturräumliche Entwicklung und Ausstattung

3.2.1 Geologische und geomorphologische Entwicklung⁷⁹

Eine Einführung in die geologisch-geomorphologische Entwicklungsgeschichte des Untersuchungsraumes ist erforderlich, da sich aus ihr wesentliche Vorbedingungen für die vorgeschichtliche Besiedlung und Nutzung der Region ableiten lassen. Die Höhengiedlungen erhalten ihre topographische Sonderstellung, die zu bestimmten vorgeschichtlichen Nutzungsformen führt, durch die besonderen geologischen Rahmenbedingungen. Im Unterbayerischen Hügelland wirken sich Lößverbreitung, Lößmächtigkeit und periglaziale Prozesse modifizierend auf die anthropogene Nutzung des Raumes aus⁸⁰.

3.2.1.1 Unterbayerisches Hügelland

Während Bogenberg und Frauenberg ihre grundlegende Gestalt auf Prozesse im Paläozoikum und Mesozoikum zurückführen lassen (vgl. Kap. 3.2.1.2), ist der überwiegende Teil des Untersuchungsraumes (Dungau und Tertiärhügelland) als Molassebecken bis in die jüngste geologische Vergangenheit ein Sedimentationsraum gewesen. Seine für die Fragestellung relevante geologische Entwicklung setzt erst im Känozoikum ein. Ausführlich dargestellt ist die Geschichte dieses Beckens, dessen ungefalteter Teil (Vorlandmolasse) tektonisch zur süddeutschen Großscholle gehört (Schwarzmeier 1981), bei Schwerd & Unger (1981) und Lemcke (1988)⁸¹.

Etwa ab der Wende Eozän/Oligozän entwickelt sich ein Sedimenttrog als Vortiefe des nun in verstärkter Hebung befindlichen Alpenorogens. Die Abfolge der Sedimente dieses Beckens ist charakterisiert durch Wechselfolgen von Tonmergeln, Mergeln und Sanden. Diese Sedimente stellen vorwiegend Abtragungsprodukte des alpinen Hinterlandes dar. Von dort kommend, schütten Flüsse mächtige Schuttfächer in das zeitweise marine, zeitweise brackisch-limnische Milieu des Vorlandbeckens. Auch aus dem ostbayerischen Grundgebirge und der Frankenalb

⁷⁸ Im Unterbayerischen Hügelland werden außerhalb der engeren Arbeitsgebiete Höhen von mehr als 500m ü. NN erreicht.

⁷⁹ Hofmann (1992) gibt eine anschauliche Darstellung zur Geologie und Erdgeschichte des Tertiärhügellandes und des Donautales. Hofmann & Spies (1992) fassen die Ausgangssubstrate der Bodenbildung zusammen.

⁸⁰ Die Kenntnis der Lößstratigraphie des Raumes ist gleichfalls von Interesse, da in bestimmten Reliefpositionen bereits die gesamte Würmlößabfolge abgetragen sein kann und ältere Interglazialböden bzw. Prä-Würmlöse das Landschaftsbild bestimmen können.

⁸¹ Das Bayerische Geologische Landesamt (1989) (ed.) gibt einen Überblick zu speziellen Aspekten der Molasse in Bayern.

erfolgt Sedimentzufuhr: Sie ist für das Untersuchungsgebiet wichtig. An der Oberfläche streichen die Sedimente im Tertiärhügelland zur Donau hin aus. Die Sedimentabfolge der Molasse wird durch die limnofluviatil getönte Obere Süßwassermolasse abgeschlossen, die im gesamten Molassebecken verbreitet ist. Sie ist im Liegenden durch fluviatile Mergel und Sande mit lokalen Braunkohle-Ton-Vorkommen charakterisiert. Im ostbayerischen Raum folgt die Schüttung verschiedener Schotter⁸² und die Ablagerung von Feldspatsanden, die aus dem Moldanubikum geliefert werden, bedingt durch eine „ruckartige Heraushebung des kristallinen Bayerischen Waldes“ (Oschmann 1958: 45). Am Top dieser tertiären Abfolge finden sich im Regensburger Raum die Höhenhofer Schotter, die laut Oschmann (1958: 46) aus einem „lebhaften Wechsel“ alpiner und moldanubischer, fluviatiler Schüttung entstehen. Die Auffassungen zur Altersstellung dieser faziell differenzierten Schotter mit hohem Quarzgehalt schwanken zwischen Pliozän und Ältestpleistozän (vgl. Strunk 1989: 290-291)⁸³.

Die heute nach Osten weisende Entwässerungsrichtung kommt erst nach Ablagerung der Oberen Süßwassermolasse zustande. Während dieser Zeit herrscht ein nach Westen gerichtetes Transportsystem (Schwerd & Unger 1981). Die Donau tritt „noch im Pliozän, nach einer regionalen Hebung und Gefällsumkehr in das nunmehr tektonisch ruhigere [...] und tiefliegende [...] Regensburger Gebiet ein“ (Oschmann 1958: 46).

Die Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse wirken in Abhängigkeit von den stark wechselnden Löß- und Lößlehmlichkeiten an der Ausbildung der Böden und damit der Nutzungsgunst bzw. -ungunst der Standorte im Tertiärhügelland entscheidend mit.

Im Pleistozän erfolgt eine großflächige, teils mächtige Lößbedeckung des Tertiärhügellandes. Die maximale Mächtigkeit der reliefausgleichenden pleistozänen Löss- und Lößlehme wird in N- bis E-exponierten Leelagen am Rande der Höhenrücken mit 20 bis 25m (Weinig 1980) bzw. bis zu 35m (Strunk 1989: 292) angegeben. Im Gegensatz zum typischen Löß ist der Sandlöß (> 20 Gew.-% Sandanteil) im Hügelland weniger verbreitet. Er kommt in Talrandlagen inselhaft, teilweise auch flache Dünen bildend, isoliert oder verzahnt mit dem typischen Löß vor (Hofmann & Spies 1992: 22).

Mit der quartären Boden- und Lößstratigraphie des Raumes hat sich Brunnacker (u.a. 1954, 1957a, 1957b, 1964a, 1964b) intensiv auseinandergesetzt.

Die Grundzüge der quartären Bodenstratigraphie in Süddeutschland charakterisiert Brunnacker (1964b) durch eine Dreiteilung: Der älteste Quartärabschnitt zeichnet sich durch Reliktböden aus, die auch „im Bereich der Gipfflur des Tertiärhügellandes bei Freising“ (Brunnacker 1964b: 236) auftreten⁸⁴. Daran schließt im Hangenden die Zone der prä-günzeitlichen Riesenböden (Auenböden und Pseudogleye) an⁸⁵ (Brunnacker 1964a). Die letzten drei Interglaziale sind durch entsprechende Böden (mehr oder weniger stark pseudo-vergleyte Parabraunerden) gekennzeichnet, wobei die älteren Bildungen eine größere Neigung zu Staunässebeeinflussung zeigen. Brunnacker (1964a) deutet diese stärkeren hydromorphen Merkmale nicht paläoklimatisch, sondern bringt sie mit Substratunterschieden in Verbindung⁸⁶.

In jüngerer Zeit haben sich vor allem Strunk (1989, 1990) und Strunk et al. (1996) um die Differenzierung des Quartärs im Regensburger Raum verdient gemacht.

⁸² Nördlicher Vollsotter, Südlicher Vollsotter und Quarzrestschotter.

⁸³ Strunk (1989: 291) gibt das Minimalalter dieser Schotter mit ca. 800.000 Jahren an.

⁸⁴ Sonst treten diese Reliktböden vorwiegend im Gebiet des mittelfränkischen Sandsteinkeupers auf (Brunnacker 1964b: 236).

⁸⁵ Liegende Folge im Ziegeleiprofil Strobel nördlich von Regensburg.

⁸⁶ Bauberger et al. (1969: 210) bezweifeln allerdings die zeitliche Stellung der von Brunnacker beschriebenen sedimentologisch-pedologischen Einheiten des Profils Strobel: „[Ihre (Bauberger et al. 1969) Argumentation reicht aus], um die Unhaltbarkeit der Brunnackerschen Deutungen bei Regensburg und die Berechtigung einer zyklischen Fließerde (Schutt)-Lößlehmgliederung in der Oberpfälzer Würmabfolge nachzuweisen, die sich anders in die Landschaftsentwicklung mit ihren Flußschotterfluren gar nicht einordnen ließe.“

Im bis zu 23m mächtigen Quartärprofil von Hagelstadt beschreibt **Strunk (1990)** die vollständigste Löß-Paläoböden-Abfolge Südbayerns. Acht Interglaziale sind dort durch (pseudovergleyte) Parabraunerden repräsentiert. Das Maximalalter des Bt-Horizontes der Riß-Würm-Interglazial-Parabraunerde ist durch Thermolumineszenz-Daten des liegenden Riß-Lösses mit ca. 140.000 Jahren (**Buch & Zöller 1990: 64**)⁸⁷ bestimmt. An der Lokalität „Napoleonstein“ können **Strunk et al. (1996)** die Riß-Löß-Gliederung durch einen innerrißzeitlichen „Napoleonstein-Interstadialkomplex“ weiter differenzieren. Bei Neuburg an der Donau (Lokalität „Attenfeld“) beschreiben **Jerz & Grotenthaler (1995)** ein Quartärprofil mit drei interglazialen Bodenbildungen über älteren Fließerden, **Grotenthaler & Jerz (1996)** ein vergleichbares Profil östlich von Regensburg bei Wörth an der Donau.

Die Würm-Löß-Stratigraphie des Untersuchungsgebietes wird ausführlich von **Brunnacker (u.a. 1957a, 1959)**, **Buch & Zöller (1990)** sowie **Schellmann (1990)** beschrieben und interpretiert.

Brunnacker (1957a) gliedert eine frühwürmzeitliche Basisfließerde aus. **Buch & Zöller (1990: 77)** charakterisieren das Alt- und Mittelwürm übergreifend als durch „polygenetische Bildungen mit einem mehrfachen Wechsel von phasenhafter Bodenbildung, geringmächtiger äolischer Akkumulation sowie Denudation“ gekennzeichnet. Dabei treten *holzkohleführende* Spülsedimente altwürmzeitlicher Altersstellung auf (**Buch & Zöller 1990: 66-69**). Die Basisfließerde ist zudem zur Basis hin verstärkt mit Holzkohlestückchen durchsetzt (**Strunk et al. 1996: 69**). Für Alt- und Mittelwürm können generell keine zweifelsfrei autochthonen Bodenbildungen festgestellt werden (**Buch & Zöller 1990**).

Ein älterer Würm-Löß (W I) ist im Hangenden dieser Basisfließerde vorzufinden (**Brunnacker 1957a**). Markanter „Bezugshorizont der Würmfolge ist ein kräftiger Bv-Horizont“ (**Strunk et al. 1996**), der nach **Grotenthaler & Jerz (1996: 79)** den Grenzhorizont zwischen Unterem (W I) und Oberem Würmlöß (W II) im Sinne von **Brunnacker (1957a)** darstellt. An der Lokalität Napoleonstein ist das Minimalalter dieser Bodenbildung (Mittelwürm-Boden, Lohner Boden im Sinne von **Schönhals et al. 1964**) durch ¹⁴C-Datierungen an Holzkohlestückchen aus einer paläolithischen Fundschicht auf ca. 30.000 BP (¹⁴C) bestimmt⁸⁸. Das Jungwürm läßt sich in drei initiale Verbraunungshorizonte und einen Naßboden gliedern, wobei die Jungwürmabfolge nicht immer vollständig auftritt (**Grotenthaler & Jerz 1996: 79**, **Strunk et al. 1996: 69**). Ein Ende der Löß-Sedimentation im Untersuchungsgebiet wird für etwa 16.000 BP⁸⁹ postuliert (**Buch & Zöller 1990**). Darüber hinaus treten jüngere Schwemmlöse in Erscheinung. Spätglaziale bis holozäne Flugsandablagerungen sind ebenfalls belegt (**Buch & Zöller 1990**).

Abweichend von diesen Befunden stellt sich die Gliederung der Würmlöse nach **Schellmann (1990: 64ff)** dar. **Schellmann (1990: 64)** differenziert (mindestens) fünf Würm-Rhythmen, die jeweils aus Erosion, Lößakkumulation und interstadialer Bodenbildung zusammengesetzt sind.

Léger (1987: 617) nimmt auf Grundlage mikromorphologischer Untersuchungen der Löss- und der zwischengeschalteten Paläoböden u.a. eine dreiphasige Entwicklung des letztinterglazialen Bodens an. Ferner lassen sich mikromorphologisch verschiedene Würmlöse genetisch differenzieren.

Brunnacker (1957a: 39) kommt zu einer räumlichen Differenzierung der würmzeitlichen Löss- und Flugsandablagerungen, die er anhand der heutigen Niederschlagsverhältnisse voneinander abgrenzt. Demnach liegt das Untersuchungsgebiet vorwiegend im Mittleren Löß-Fazies-Bereich Südbayerns (mit Jahresniederschlägen von 650 bis 900mm), lediglich im direkten Umkreis von Regensburg hat das Untersuchungsgebiet zudem Anteil am Nördlichen Löß-Fazies-Bereich Südbayerns (mit Jahresniederschlägen von weniger als 650mm) (vgl. **Kallenbach 1966: 586, Abb. 2**). Mit Hilfe der auftretenden Lößfazies läßt sich diese regionale Gliederung für die Jungwürmlöse (Oberer Löß) weiter präzisieren (**Hofmann 1992: 14**): Im Nördlichen Fazies-Bereich tritt weitflächig der Obere Löß auf, während der Mittlere Fazies-Bereich durch ein flußtalnahes Auftreten des Oberen Lösses und eine flußtalferne Präsenz von Lößlehm (über Lößlehmfließerden) gekenn-

⁸⁷ Zwei Thermolumineszenz-Datierungen des Riß-Lösses liegen vor: 138±14ka und 141±16ka (**Buch & Zöller 1990: 64**).

⁸⁸ Die ¹⁴C-Alter dieser Holzkohlestückchen liegen zwischen 28.780±1735 und 29.450±1900 BP.

⁸⁹ TL-Alter.

zeichnet ist. Die Lößlehme sind meist als schluffige bis schluffig-tonige Lehme ausgebildet (Hofmann & Spies 1992: 23).

Die mineralogische Zusammensetzung der würmeiszeitlichen südbayerischen Lössе beschreibt Kallenbach (1966).

Drei Profile von Kallenbach (1966) stammen aus dem eigenen Untersuchungsgebiet⁹⁰. Sie zeigen eine einheitliche Verteilung von Quarz, Feldspat, Glimmer und Tonmineralen. Quarz herrscht in den Profilen mit meist 40 bis 60 Korn-%-Anteilen am Mineralbestand vor. Feldspäte und Glimmer sind mit etwa 10% am Mineralbestand beteiligt (Kallenbach 1966: 597, Abb. 6). Bei den Tonmineralen dominieren Illite, Kaolinite und (primäre) Chlorite. Daneben treten auch Montmorillonite (als Smectit-Vertreter) und Montmorillonit-Illit-Wechsellagerungsminerale auf (Kallenbach 1966: 603). Kallenbach (1966) äußert sich auch zu den Liefergebieten der Lössе. Die alpenfernen Lössе im Donautal sind vermutlich von „weiträumigen Ausblasungsarealen abzuleiten“ (Kallenbach 1966: 600). Der hohe Carbonatgehalt des Oberen Lösses (WII im Sinne Brunnackers 1957a) macht die „alpinen Moränen und periglazialen Schotterflächen als Ausblasungsgebiete wahrscheinlich“ (Kallenbach 1966: 600). Die Unteren Lössе (WI im Sinne Brunnackers 1957a) sind dagegen primär carbonatarm, was als Beleg für veränderte Herkunftsräume interpretiert wird (Kallenbach 1966). Es ist darüber hinaus möglich, daß auch die liegenden Tertiärsedimente des Molassebeckens äolische Sedimente geliefert haben können (Zöbelein 1940)⁹¹. Völkel (1995: 92) weist allerdings auf ein „erhebliches Forschungsdefizit“ im ostbayerischen Raum bei der Herleitung der Liefergebiete des Lösses hin. Für die donaanahen Lössе belegt Völkel (1995: 93) eine ausgesprochene Illitarmut. Die Carbonatfreiheit von Lössen nordöstlich, teilweise auch südlich der Donau bringt Völkel (1995: 93) in direkten Zusammenhang mit einer „Dominanz östlicher Winde während der kaltariden Phasen.“ Diese Annahme wird gestützt durch Modellrechnungen zum würrzeitlichen Zirkulationsgeschehen (Meyer & Kottmeier 1989)⁹². Hinsichtlich der pedogenen Transformation der Tonminerale in lößbürtigen Substraten legt Niederbudde (u.a. 1975)⁹³ das Konzept einer Illitisierung (Aggradation), d.h. die Umwandlung von Smectiten in Illite vor; es steht im Gegensatz zu anderen Vorstellungen zur Tonmineralumwandlung (u.a. Tributh 1976).

Zur klimabedingten Reliefasymmetrie des Raumes hat insbesondere Karrasch (1970)⁹⁴ einen wichtigen Beitrag geleistet. Das Tertiärhügelland wird von Karrasch (1970: 28) als eine Landschaft bezeichnet, in der dieses Phänomen besonders ausgeprägt auftritt. „In dieser Tallandschaft [...] ist die Asymmetrie ein beherrschender Wesenszug, zumal sie meistens noch durch den Bewuchs der Hänge - feldwirtschaftlich genutzte Flachhänge und bewaldete Steilhänge - besonders betont wird“ (Karrasch 1970: 29).

Demnach dominieren im Untersuchungsgebiet SW-asymmetrische Täler⁹⁵ (Karrasch 1970: Karte 5) bei einer insgesamt sehr hohen Dichte asymmetrischer Talformen (Karrasch 1970: Karte 6). Allerdings weist Karrasch (1970: 58-59) auch darauf hin, daß entgegengesetzte Asymmetrien für Täler wie jene der Großen und Kleinen Laaber typisch sind. Ursache für die Asymmetrie sind thermische Unterschiede (vgl. Kap. 2.1.3). Die Asymmetrie der kleinen bis mittleren Täler hat, u.a. über die dadurch differenzierte Bodengüte, auch einen entsprechenden Einfluß auf das Siedlungsverhalten der vorgeschichtlichen Kulturen gehabt, wie sich an

⁹⁰ Straubing-Süd und Straubing-West sind dem Mittleren Faziesbezirk, Köfering ist dem Nördlichen Faziesbezirk der Lössе im Sinne Brunnackers (1957) zuzuordnen.

⁹¹ Zitiert nach Kallenbach (1966: 600).

⁹² Poser (1948: 61) nimmt ebenfalls Stellung zu den kaltzeitlichen Hauptwindrichtungen: „[...] soweit es den periglazialen Bereich betrifft, herrschten östliche bis nordöstliche Winde nur im Tundragebiet östlich der Oder und im Waldgebiet der Ungarischen Tiefebene [vor]. Im ganzen übrigen Mitteleuropa waren westliche bis südwestliche Winde tonangebend, [...]“ Karrasch (1970: 265) geht davon aus, daß die vorherrschenden winterlichen Winde im mitteleuropäischen Periglazial aus westlicher bis nordwestlicher Richtung kamen.

⁹³ Vgl. hierzu auch Niederbudde & Kußmaul (1978).

⁹⁴ In Kap. 2.1.3 sind Grundzüge und theoretische Überlegungen zur Reliefasymmetrie ausführlich diskutiert.

⁹⁵ Unter einer SW-Asymmetrie ist nach Karrasch (1970, vgl. 13) eine SW-Exposition der Steilhänge zu verstehen.

eigenen Beispielen veranschaulichen läßt (vgl. Kap. 5)⁹⁶. Formentypen dieser Talasymmetrie sind nach **Karrasch (1970)** Muldental, Delle, Schleppental und asymmetrisches Sohlental.

Von großer Bedeutung für die Erforschung der jüngeren quartären Landschaftsgeschichte des Raumes sind die Arbeiten zur fluvialen Geomorphodynamik an Donau und Isar (u.a. **Buch 1988a**, **Schellmann 1990**, **Hilgart 1995**). Darüber hinaus liegen von **Weinig (1980)**, **Homilius et al. (1983)** und **Léger (1988)** Arbeiten zum Aufbau des Donautales vor. **Jerz (1993)** gibt eine kurze zusammenfassende Darstellung. Die teils gegensätzlichen Interpretation zur Flußgeschichte der Donau wurden bereits in Kap. 2.2.2 ausführlich vorgestellt.

Während **Buch (1988a)** eine mehr oder weniger klimaunabhängige Eigengesetzlichkeit der Donau hinsichtlich Erosion und Akkumulation postuliert, nimmt **Schellmann (1990)** einen übergeordneten klimatischen Steuerungsfaktor der Flußgeschichte an. **Buch (1988a)** differenziert an der Flußstrecke zwischen Regensburg und Straubing drei Niederterrassenniveaus und in Abhängigkeit von der fluvialen Dynamik im Holozän drei bis vier Auenstufen. Diese Talgrundterrassen sind pedostratigraphisch voneinander abzugrenzen.

Neben der lößbedeckten rißzeitlichen Hochterrasse, die sich mit einem etwa 10m hohen Anstieg über das würmzeitliche Terrassenniveau erhebt, finden sich als Zeugen älterer quartärer Donausysteme außerdem löß- bzw. lößlehmbedeckte Deckenschotter unterschiedlichen (Mindel, Günz) Alters (Jüngere Deckenschotter auf einem 25m-Niveau und Ältere Deckenschotter auf einem 40m-Niveau über der Donau) (**Homilius et al. 1983**).

3.2.1.2 Randgebiete des Unterbayerischen Hügellandes

Die exponierten Standorte an Frauenberg und Bogenberg unterscheiden sich nicht nur aufgrund ihrer topographischen Position, sondern auch durch ihre geologische Entwicklung von den weiteren Standorten des Unterbayerischen Hügellandes. Diese Gegebenheiten erfordern eine gesonderte Betrachtung ihrer natürlichen Rahmenbedingungen.

3.2.1.2.1 Bogenberg

Mit dem Bogenberg östlich von Straubing hat das Untersuchungsgebiet Anteil an der Moldanubischen Region der Böhmisches Masse. Der Bogenberg, am linken Ufer der Donau im Übergang zwischen Dugau und Bayerischem Wald gelegen, ist aus mylonitisertem Perlgneis aufgebaut. Dieses Gestein entwickelt sich in Verbindung mit Bewegungsvorgängen während der Anlage des Donaurandbruchs, einer tektonischen Hauptbewegungslinie Ostbayerns, die als 400 Millionen Jahre altes Lineament das paläozoische Kristallin des Bayerischen Waldes von den känozoischen Lockersedimenten des Unterbayerischen Hügellandes trennt. Der herzynisch streichende Donaurandbruch erreicht im Bereich zwischen Straubing und Plattling Sprunghöhen bis zu 1800m und ist als Staffelbruch ausgebildet (**Rutte 1992**). Im Zuge dieser immer wieder auftretenden und bis ins Tertiär andauernden tektonischen Bewegungen wird der Bogenberg herausgehoben und der Perlgneis Mylonitisierungsprozessen unterworfen. **Bauberger (1956: 6-8)** beschreibt die Gesteine mit unterschiedlichen Verwitterungsgraden ausführlich. Inwieweit darüber hinaus die intensive mesozoisch-tertiäre Verwitterung, die in weiten Teilen des Bayerischen Waldes eindeutig nachgewiesen ist (**Völkel 1995: 138**), an der Um- und Weiterbildung dieser mylonitiserten Gneise beteiligt ist, ist am Bogenberg bislang nicht bekannt.

⁹⁶ Eine systematische Aufarbeitung dieser Beziehungen im Untersuchungsgebiet liegt jedoch meines Wissens bislang nicht vor.

3.2.1.2.2 Frauenberg

Die geologische Entwicklung des zur Südlichen Frankenalb gehörenden Frauenberges bei Kelheim ist eng mit der Ausdehnung und den Ablagerungsbedingungen des Weißjurameeres vor etwa 150 bis 135 Millionen Jahren verbunden (vgl. u.a. **Schmidt-Kaler 1968**, **Rutte 1971**, **Weber 1978**, **Meyer & Schmidt-Kaler 1994**). In diesem Schelfmeer werden ursprünglich bis zu 500m mächtige Kalke abgelagert, die an manchen Stellen heute noch in einer Mächtigkeit von bis zu 300m erhalten sind. Die teilweise bis zu 60m hohen Felsen des Frauenberges sind aus senkrecht geklüfteten plumpen Felsenkalken (Massenkalken aus Schwämmen) und den sog. Kelheimer Kalken aufgebaut. Diese Kalkformationen bilden markante Geländeformen. Sanftere Oberflächen sind durch die geschichteten Plattenkalke der Hienheimer Wanne westlich und südlich des Frauenberges bedingt. Postjurassisch folgt die festländische Periode der Unterkreide, in der die Malmtafel infolge von Hebungsvorgängen einer tiefgründigen Verkarstung unterliegt und Sedimente (Schutzfelsschichten, vgl. **Meyer 1981**) in Karsthohlräumen abgelagert werden.

Im Obercenoman vor etwa 95 Millionen Jahren wird die terrestrische Phase durch eine Meerestransgression abgelöst. Äußerste, distale Belege dieses aus Süden kommenden Meeresvorstoßes lassen sich auch am Frauenberg finden. Im Regensburger Raum sind die obercenomanen Abfolgen in mannigfaltiger fazieller Differenzierung als „Regensburger Kreide“ bekannt. Mit Beginn des Tertiärs stellen sich erneut festländische Bedingungen ein, die durch intensive Verwitterungs- und Verkarstungsvorgänge charakterisiert sind: Es entwickelt sich eine tertiäre Verwitterungsdecke („Lehmige Albüberdeckung“). Im Kelheim-Regensburger Albvorsprung zeichnet sich die Südliche Frankenalb durch eine starke tektonische Gliederung aus, die vorwiegend auf tertiäre Bewegungsvorgänge zurückgeführt wird (vgl. Diskussion bei **Hilgart 1995: 23**).

3.2.2 Böden und Bodenerosion

Im Unterbayerischen Hügelland dominieren Parabraunerden bis Pseudogleye aus Lössen und Lößlehm bzw. Braunerden bis Parabraunerden aus lößvermischten Tertiärsedimenten. Ferner treten in den Randbereichen Übergänge zu Terra fusca-Parabraunerden und zu Böden aus Umlagerungsprodukten (u.a. Hangschutte) der Kalkgesteine der Südlichen Frankenalb sowie Übergänge zu Parabraunerden bis Braunerden aus periglazialen Deckschichten mit Lößanteilen und Kristallinkomponenten des Bayerischen Waldes auf (vgl. **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 1995, ed.**) (vgl. Abb. 6).

Bodenkundliche Aufnahmen im Maßstab 1:25.000 liegen aus den Grensräumen des Untersuchungsgebietes von **Brunnacker (1957c)**, **Hofmann (1966)** und **Wittmann (1975)** vor⁹⁷. Eine allgemeine Charakterisierung der Böden des Tertiärhügellandes liefert das **Bayerische Geologische Landesamt (1992)** (ed.). **Völkel (1995: 110-111)** beschreibt den Aufbau von Parabraunerden südlich von Regensburg. Zur Erodibilität der Böden des Unterbayerischen Hügellandes beziehen u.a. **Becher et al. (1985)**⁹⁸ sowie **Auerswald & Schmidt (1986)** Stellung. Exemplarisch belegen **Maier & Schwertmann (1981)** das Ausmaß der (rezenten) Bodenerosion in einer niederbayerischen Lößlandschaft. Die holozäne Bodengeschichte behandeln **Schellmann & Radtke (1993)**, **Schellmann & Radtke (1993)** und **Eiberweiser (1995: 123-125)** beschreiben die Schwermetallverteilung in diesen Böden. Dominierender natürlicher Faktor der Schwermetallverteilung ist die Lessivierung. Den Einfluß der Böden auf

⁹⁷ Ferner finden sich in den Erläuterungen zu den Geologischen Karten kurze Abschnitte zu den Böden.

⁹⁸ In der Hallertau.

die Entwicklung der vorgeschichtlichen Siedlungsgewohnheiten zeigen **Brunnacker & Kossack (1958)**.

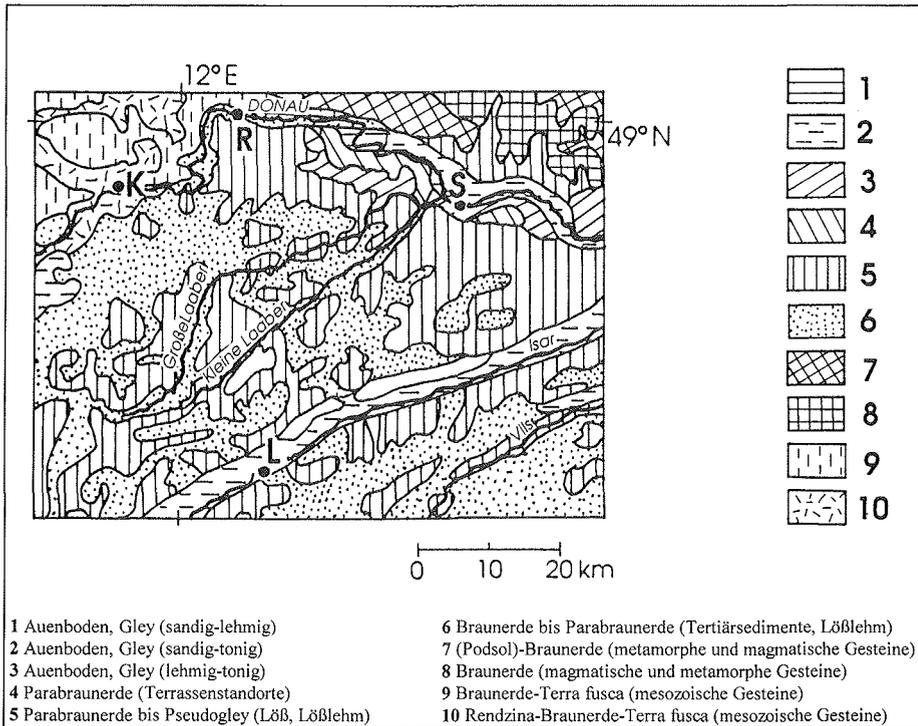


Abb. 6: Übersicht zu den Böden im Untersuchungsgebiet, nach **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (1995) (ed.)**, leicht verändert (K= Kelheim, R= Regensburg, S= Straubing, L= Landshut).

Die Parabraunerden im Randbereich zwischen Hügelland und Dungaue sind aus Würmlössen entwickelt, die Carbonatgehalte von ca. 30-40%, Grobschluffmaxima von ca. 40% und Tongehalte von ca. 20-25% aufweisen⁹⁹. Die Tongehalte ihrer meist kaum hydromorphen Bt-Horizonte liegen bei etwa 40%, die Tongehalte der lessivierten Horizonte erreichen lediglich 15-17% (**Völkel 1995: 110**). Die durchschnittliche Mächtigkeit des Solums dieser Parabraunerden wird mit 120cm angegeben (**Völkel 1995: 111**). Ähnliche Kennwerte für den Leitboden „Parabraunerde aus Löß“ im Tertiärhügelland beschreibt das **Bayerische Geologische Landesamt (1992, ed.: 108-109)**. Möglicherweise kommen auch Phäno-Parabraunerden vor, wobei es „im Lößgebiet sehr schwierig ist, innerhalb der rezenten Parabraunerdeprofile Hinweise auf Schichtigkeit zu finden“ (**Völkel 1995: 111**). Auf Fluren mit Ackernutzung ist diese Normalbodenform wegen ihrer leichten Erodierbarkeit, bedingt durch hohe Schluff- und fehlende Skelettgehalte und begünstigt durch die „unruhigen Geländeformen“ (**Brunnacker 1958b: 170**) regelhaft verkürzt. Entsprechend treten Erosionsformen der Parabraunerden bis hin zu (Kulto-) Ackerpararendzinen bzw. Ackerrohböden auf (u.a. **Bayerisches Geologisches Landesamt 1992, ed.: 111-115**). Im Akkumulationsgebiet kommen konsequenterweise korrelierte Sedimente (Kolluvien) als

⁹⁹ **Hofmann & Spies (1992: 22)** weisen den Lössen des Tertiärhügellandes Grobschluffanteile von ca. 47%, Tongehalte von ca. 15% und Carbonatwerte von ca. 35% zu.

Ausgangsgesteine¹⁰⁰ der Bodenbildung vor, die unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Substratzusammensetzung sein können, so daß entsprechend differenzierte Bodenbildungen möglich sind.

Im Tertiärhügelland liegen Kolluvien aus lößreicheren und lößärmeren Substraten z.T. kleinräumig differenziert nebeneinander vor (**Bayerisches Geologisches Landesamt 1992, ed.: 229-233**). In Hangbereichen sind die Parabraunerden meist aus Lößlehmen bzw. Lößlehmfließerden entwickelt. Die Lößlehm-mächtigkeiten können im Tertiärhügelland „in den Firstbereichen der zahlreichen Riedel und Hügel sehr gering“ sein (**Schmidt 1992: 34**). In diesen exponierten Reliefeinheiten treten auch die stark differenzierten Sedimente der Oberen Süßwassermolasse (vgl. **Hofmann & Spies 1992**) als bodenbildende Ausgangssubstrate zunehmend in Erscheinung. Kuppenstandorte, die meist einer waldbaulichen Nutzung unterliegen, sind oftmals von Flugsanddecken überkleidet, so daß eine „deutlich ausgeprägte“ Podsolierung in den Profilen erkennbar ist (**Schmidt 1992: 34**). Pseudovergleyungserscheinungen können sowohl durch dichte Lößlehme als auch durch Tone der Oberen Süßwassermolasse bedingt sein.

Auf eine ehemals (altholozän?) lokal wirksame Schwarzerdedynamik im Dungau, eingeschränkt meist auf Standorte parallel zur Terrassenkante der Hochterrasse, weist **Schmidt (1992: 35)** hin. Diese degradierten Schwarzerden, die auch **Brunnacker (1954)** als kennzeichnend nennt, treten heute als tiefhumose Parabraunerden mit einer deutlichen Humusanreicherung in tieferen Horizonten in Erscheinung. **Schellmann & Radtke (1993)** beschreiben fossile, frühholozäne Schwarzerden. Auch **Hilgart (1996)** kann im Pfettrach-Tal bei Landshut eine (schwach) degradierte frühneolithische Schwarzerde¹⁰¹ belegen, die von bis zu zwei Meter mächtigen jüngeren kolluvialen Ablagerungen fossilisiert wurde.

Die Böden des Unterbayerischen Hügellandes sind primär charakterisiert durch den unterschiedlichen Grad ihrer Lößbeeinflussung und sekundär durch die anthropogene Umgestaltung, die vorwiegend die stark lößbeeinflussten Böden betrifft. Durch die Ackernutzung entsteht ein neues Bodenmuster mit einem System aus erodierten und kolluvialen Bodenformen (**Maier & Schwertmann 1981**).

Parabraunerden zeichnen sich durch eine hohe Erodierbarkeit (vgl. Kap. 2.1.2) aus (**Becher et al. 1985: 676**). Die Flächen der stärksten Erodierbarkeit repräsentieren die Böden mit der höchsten natürlichen Fruchtbarkeit. Das Unterbayerische Hügelland gehört zu jenen Regionen Bayerns, die die höchsten K-Faktoren, und damit die höchste Bodenerodibilität aufweisen. Sie sind zudem einer langen anthropogenen Nutzung unterworfen (**Auerswald & Schmidt 1986: 12-13**). **Maier & Schwertmann (1981)** stellen in einem typischen Landschaftsausschnitt im Übergangsbereich zwischen Dungau und Tertiärhügelland fest, daß nur 18% der Flächen relativ schwach bzw. gar nicht erodiert sind und die ursprünglich vorhandenen Parabraunerden im Durchschnitt um ca. 40cm verkürzt sind. Kolluvien (mit mehr als 50cm kolluvial verlagertem Substrat) nehmen 21% der Flächen ein¹⁰². Wichtigster Faktor für das Maß der Abtragung ist die Hangneigung (**Maier & Schwertmann 1981**).

Die Ausprägung der Böden auf den exponierten Höhensiedlungen am Rande des Lößgebietes bei Regensburg hängt ebenfalls in einem hohen Maße von Lößanwehung und -verbreitung ab. Die Lößablagerung an diesen exponierten Punkten erfolgt räumlich stark differenziert (vgl. Kap. 5.4) und läßt sich aus den Modellvorstellungen von **Goossens (1997)** gut ableiten. Auf dem Frauenberg bei Kelheim tritt neben dem Löß die „lehmige Albüberdeckung“, teilweise solifluidal umgelagert, als wichtiger bodenbildender Faktor in Erscheinung. In diesem kleinräumigen Bodenmuster kommt es zu Übergängen zwischen Terra-fusca-Böden, Braunerden, Pseudogleyen und Parabraunerden. Auf dem Bogenberg bei Straubing ist neben dem Löß einfluß der Grad der Mylonitisierung von hoher Bedeutung für die Ausprägung der periglazialen Deckschichten und die Bodenbildung. Saure Braunerden aus Hangschutt und Parabraunerden aus Lößlehm(fliesßerden) treten in Abhängigkeit von diesen Faktoren eng benachbart auf (**Heine et al. 1997**).

¹⁰⁰ **Hofmann & Spies (1992: 15)** definieren *Kolluvium* als holozänes Gestein und damit als Ausgangsgestein für Bodenbildungsprozesse.

¹⁰¹ **Hilgart (1996)** spricht den Bodentyp als Braunerde-Tschernosem an.

¹⁰² Fläche des untersuchten Landschaftsausschnittes: ca. 1000 ha.

3.2.3 Klima

Die klimatischen Bedingungen üben einen entscheidenden Einfluß auf die Besiedlung eines Raumes aus. Darüber hinaus sind sie auch in Zusammenhang mit der Bodenerosion von großer Bedeutung (vgl. Kap. 2.1.1). Neben einer allgemeinen Charakterisierung der klimatischen Bedingungen ist vor allem von Interesse, wie häufig und wann es im jahreszeitlichen Verlauf zum Auftreten erosionswirksamer Niederschläge kommt.

Der Untersuchungsraum liegt im planetarischen Westwindgürtel, in einem Übergangsbereich zwischen ozeanisch geprägtem (W- und SW- sowie Vb-Wetterlagen) und verstärkt kontinental beeinflusstem Klima. Seine klimatischen Parameter sind im „Klimaatlas von Bayern“ (BayFORKLIM 1996, ed.) ausführlich dargestellt.

Im Klimabezirk „Niederbayerisches Hügelland“ nehmen die jährlichen Niederschläge von der Donau nach Süden, aber auch zum Bayerischen Wald und zur Fränkischen Alb hin von knapp 600mm auf mehr als 800mm zu (vgl. Abb. 7). Der nördliche Teil des Untersuchungsgebietes gehört zu den niederschlagsärmsten Gebieten Bayerns (Trockeninsel der Regensburger Bucht). Die nach Süden hin zunehmende Niederschlagssumme ist bedingt durch die südwärts ansteigenden Höhen auf teilweise über 500m. Dies führt bei nördlicher Luftmassenzufuhr zu einer Zunahme der Niederschlagstätigkeit, „zusätzlich verstärkt durch den Alpenstau und häufige Sommergewitter“ (BayFORKLIM 1996, ed.: 4), die jedoch im Untersuchungsgebiet nicht mehr wirksam sind. Der kontinentale Charakter der Niederschlagsverteilung mit vorherrschenden Sommerniederschlägen prägt sich im Niederbayerischen Hügelland sichtbar aus.

Die mittleren jährlichen Niederschlagshöhen¹⁰³ liegen bei 642mm (Regensburg), bei 972mm (Metten)¹⁰⁴, bei 707 mm (Mallersdorf im Tal der Kleinen Laaber)¹⁰⁵ und bei 699mm (Landshut)¹⁰⁶. Dabei können zwischen Naßjahren und Trockenjahren erhebliche Niederschlagsschwankungen auftreten. Im Trockenjahr 1976 fielen in Regensburg 540mm Niederschlag, im Naßjahr 1966 795mm¹⁰⁷. Regenreichster Monat in Regensburg ist der Juni mit durchschnittlich 79mm Niederschlag. Die geringsten Niederschläge fallen in der Zeit zwischen Januar und März mit jeweils monatlich ca. 40mm. Tage mit mehr als 1mm Niederschlag treten in Regensburg 112 mal im Jahr auf, die maximale 24-stündige Niederschlagshöhe lag im Zeitraum von 1961 bis 1990 bei 70,1mm.

Die Verteilung und Häufigkeit extremer Kurzzeitniederschläge findet ihren Ausdruck in der Regen-Erosivität (Auerswald & Schmidt 1986: 10-11). Eine Übersichtskarte zur Regen-Erosivität bei Auerswald & Schmidt (1986: 11) belegt für den Untersuchungsraum mit $< 70 \text{ kJm}^{-2} \times \text{mh}^{-1}$ eine relativ niedrige Erosivität und damit gleichzeitig eine geringe Anzahl an Starkregenereignissen. Auch die räumliche Differenzierung der Regen-Erosivität ist gering. Nach Kern (1961: Karte 1) treten im Untersuchungsgebiet lediglich zwei bis drei¹⁰⁸ jährliche Niederschlags-Tagessummen $> 25\text{mm}$ auf. 40mm Niederschlag/Tag und mehr kommen weniger als einmal jährlich vor (Kern 1961: Karte 2). Diese Angaben belegen gleichfalls die recht geringe Erosivität der Niederschläge südlich von Regensburg. Andererseits weist Rocznik (1960: 28) auf die singuläre Bedeutung niederschlagsintensiver Vb-Wetterlagen im ostbayerischen Raum hin. Der Luv-Effekt im Donautal südöstlich von Regensburg ist ebenfalls nur recht schwach ausgeprägt (Auerswald & Schmidt 1986: 11).

¹⁰³ Zeitraum 1961-1990.

¹⁰⁴ Hier wirkt sich bereits die Lage im nach Osten hin zunehmenden Niederschlagsstau des Bayerischen Waldes aus.

¹⁰⁵ Zeitraum 1951-1980 (Müller-Westermeier 1990: 164).

¹⁰⁶ Für Landshut werden die Daten der Meßperiode 1891-1930 herangezogen (Van Eimern 1996: 9).

¹⁰⁷ Im Zeitraum 1951-1970 traten noch stärkere Unterschiede zwischen dem Trockenjahr 1953 mit 375mm und dem Naßjahr 1970 mit 842mm Niederschlag auf (Dittmann 1982).

¹⁰⁸ Meßperiode 1934 bis 1957.

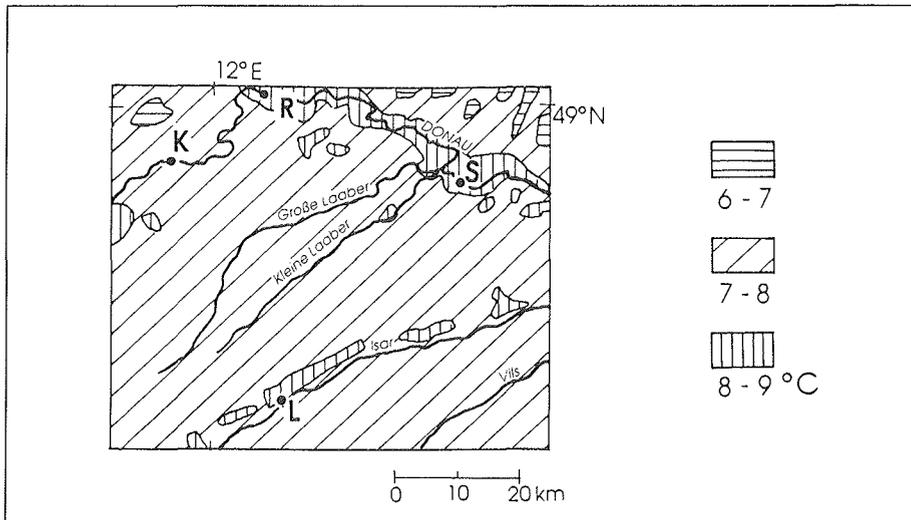


Abb. 7: Mittlere jährliche Niederschlagssummen im Untersuchungsgebiet (Meßreihe 1961-1990), nach BayFORKLIM (1996) (ed.), leicht verändert (K= Kelheim, R= Regensburg, S= Straubing, L= Landshut).

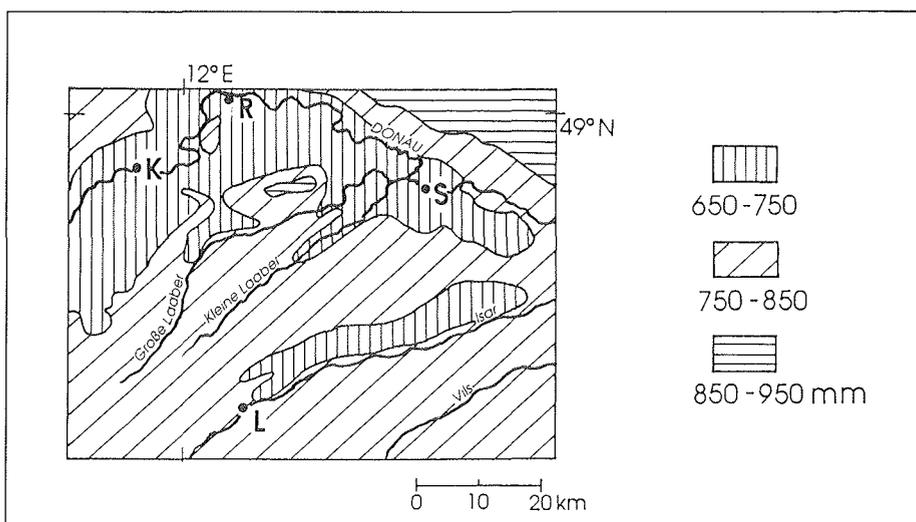


Abb. 8: Mittlere Jahrestemperaturen im Untersuchungsgebiet (Meßreihe 1951-1980), nach Bay FORKLIM (1996) (ed.), leicht verändert (K= Kelheim, R= Regensburg, S= Straubing, L= Landshut).

86 3 Untersuchungsgebiet

Die Jahresmitteltemperaturen liegen im Untersuchungsgebiet zwischen ca. 7°C und knapp über 8°C (vgl. Abb. 8)¹⁰⁹. Durch die verhältnismäßig tiefen Januartemperaturen und auch die große Jahresschwankung der Lufttemperatur mit mehr als 20°C kommt der kontinentale Charakter des Klimas im Niederbayerischen Hügelland deutlich zum Ausdruck.

Die durchschnittlichen Januartemperaturen¹¹⁰ liegen bei -2,2°C (Regensburg), -2,7°C (Metten), -2,4°C (Mallersdorf im Tal der Kleinen Laaber) bzw. -2,6°C (Landshut)¹¹¹, die Julimitteltemperaturen bei 17,8°C (Regensburg), 17,0°C (Metten), 16,9°C (Mallersdorf im Tal der Kleinen Laaber) bzw. 17,6°C (Landshut).

In der Regensburger Bucht läßt sich nach **Dittmann (1982)** keine Hauptwindrichtung ausmachen, in den Sommermonaten dominieren Westwinde, während Südostwinde bevorzugt in den Wintermonaten auftreten (**Rocznik 1965**). Die Geschwindigkeit der Winde aus westlichen Richtungen ist dabei im Mittel höher (**Rocznik 1965**).

Die überdurchschnittlich kalten Winter (ca. 2°C unter der mitteleuropäischen Durchschnittstemperatur), häufig gekennzeichnet durch Inversionswetterlagen und relativ warme Sommer mit einem sommerlichen Niederschlagsmaximum kennzeichnen den recht kontinentalen Klimagang in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes.

Trotz verhältnismäßig geringer Jahresmitteltemperaturen und recht strenger Winter stellt der Dungau für die vorgeschichtliche Besiedlung aufgrund seiner relativ hohen Temperaturen während der Vegetationsperiode¹¹² einen klimatischen Gunstraum dar.

3.2.4 Vegetationsverbreitung und -geschichte

Die natürliche Vegetation des Untersuchungsgebietes unterliegt bereits seit den altneolithischen Kulturepochen einer umfassenden und tiefgreifenden Veränderung. Die aktuelle Vegetationszusammensetzung weicht von der potentiellen natürlichen Vegetation in hohem Maße ab. Darüber hinaus zählt der Dungau infolge seiner intensiven agrarischen Nutzung zu den waldärmsten Gebieten Bayerns. Im Niederbayerischen Hügelland liegt der Bewaldungsanteil bei ca. 20 bis 25% im Vergleich zu 36% für Bayern (**Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1996, ed.: 42**).

„In den dicht besiedelten Altsiedel-Landschaften Mitteleuropas mag bereits um Christi Geburt kein Waldstück mehr bestanden haben, das nicht gelegentlich vom Menschen und seinem Vieh durchstreift wurde“ (**Ellenberg 1996: 41**). **Ellenberg (1996: 40)** betont außerdem, daß eine einwandfreie Rekonstruktion der Urlandschaft, in die einst die ersten Siedler einzogen, nicht möglich ist.

Seibert (1968) weist in seiner Karte zur potentiellen natürlichen Vegetation Bayerns im Unterbayerischen Hügelland vorwiegend Eichen-Hainbuchenwaldgebiete aus, in den Flußniederungen Auwälder, ferner Moore in Depressionslagen (vgl. Abb. 9). Der Frauenberg bei Kelheim hat Buchenwälder als potentielle natürliche Vegetation, während der Bogenberg an der Grenze zu den Buchenwaldgebieten des Niederen (Vorderen) Bayerischen Waldes liegt. **Foerst & Kreutzer (1978)**¹¹³ geben als natürliche Waldzusammensetzung für das Tertiärhügelland Stieleichen-Buchenwälder mit einem geringen Anteil an Tannen und Kiefern an. Demnach wäre der Dungau natürlicherweise durch subkontinentale Eichen-Mischwälder

¹⁰⁹ Jahresmitteltemperaturen: Regensburg: 8,0°C, Mallersdorf im Tal der Kleinen Laaber: 7,7°C.

¹¹⁰ Zeitraum 1951-1980.

¹¹¹ Für Landshut werden die Daten der Meßperiode 1931-1960 herangezogen (**van Eimern 1966: 10**).

¹¹² Dauer der Vegetationsperiode 210-230 Tage pro Jahr (**Wittmann 1991: 24, 26**).

¹¹³ Zitiert in **Wittmann (1991: 36)**.

geprägt. Die postglaziale Vegetationsgeschichte Südbayerns (inclusive der Ackerbaugeschichte) ist ausführlich bei **Küster (1995b)** dargestellt. **Ellenberg (1996)** weist mit Nachdruck auf Grundtendenzen für die Entstehung der heutigen Pflanzendecke unter dem Einfluß des Menschen hin. Einen Beitrag zur Waldgeschichte seit dem 15. Jahrhundert AD liefert **Vangerow (1985)**.

Der folgende kurze Abriss der postglazialen südbayerischen Vegetationsentwicklung stützt sich vorwiegend auf die Aussagen von **Küster (1995b: 34-53, 298-300)**¹¹⁴. Über die raum-zeitlich differenzierten Abläufe der Waldentwicklung in angrenzenden Räumen des Untersuchungsgebietes informieren u.a. die pollenanalytischen Studien von **Stalling (1987)** im Bayerischen Wald, **Knipping (1989)** im Oberpfälzer Wald und **Kortfunke (1992)** im Donaumoos.

*Präboreal (bis 9000 BP (¹⁴C))*¹¹⁵

Kennzeichnend für die nicht vom Menschen beeinflusste Landschaft des frühen Postglazials sind sehr allmähliche Vegetationsübergänge. Dies gilt sowohl für die Übergänge zwischen einzelnen Waldtypen als auch zwischen Wald und Offenland. Die Existenz „lichterer Standorte“ (**Küster 1995b: 35**) ist nachgewiesen. Sie sind kleinflächig ausgebildet und nicht scharf umgrenzt. Wichtigster Vegetationstyp bleibt im südlichen Mitteleuropa bis ins Präboreal ein langsam dichter werdender Kiefernwald. Zeitweise kommt es zu Massenzunahmen von Birke und Wacholder.

Boreal (9000 bis 8000 BP (¹⁴C))

Im Boreal, einer nur kurzen Phase der postglazialen Waldgeschichte, differenziert sich die Vegetation deutlich (**Küster 1995b: 36**). Der Kiefernwald als bestimmender Vegetationstyp bricht innerhalb weniger Jahrhunderte zusammen. Während des gesamten Postglazials kommt die Kiefer aber beispielsweise auf den Schottern des Donautales kontinuierlich vor (**Küster 1995b: 37**). Diese Entwicklung weg vom Kiefernwald führt zu verschiedenen Waldtypen. Nicht überall wird die Hasel¹¹⁶ zum vorherrschenden Baum. Auch von Eichen, Ulmen und Fichten dominierte Bestände können sich aus den präborealen Kiefernbeständen entwickeln (**Küster 1995b: 46**). Bereits vor 8000 Jahren sind fast alle der heute natürlicherweise im süddeutschen Raum vorkommenden Baumarten vertreten.

Atlantikum (8000 bis 5000 BP (¹⁴C))

Eichen dominieren die Waldgesellschaften in den tieferen Lagen Südbayerns (vgl. **Küster 1995b: 46-47**). Ohne stärkere Durchmischung mit der Hasel sind diese Wälder lichterem Charakters, bei höheren Haselanteilen vergleichsweise dichter.

Im (Mittleren) Atlantikum setzt mit der linienbandkeramischen Besiedlung die anthropogene Beeinflussung der Wälder ein. Die Umwandlung der Natur- in eine Kulturlandschaft beginnt.

Kreuz (1990: 20) differenziert vier Arten der anthropogenen Einwirkung auf die Naturlandschaft: a) selektive Entnahme von Holz, Samen und Früchten etc., b) (vermutlich) extensive Waldweide, c) Rodung mit der Schaffung von Freiflächen für Besiedlung und Ackerbau und d) Brachen und Wüstungen.

Im Umfeld der linienbandkeramischen Siedlung von Mintraching südöstlich von Regensburg geht **Kreuz (1990: 99-103)** u.a. aufgrund pollenanalytischer Untersuchungen **Bakels' (1978)** von Eichenmischwäldern auf Schwarzerden¹¹⁷ aus. Auf schlechteren, heute forstwirtschaftlich

¹¹⁴ Bemerkungen zur Ackerbaugeschichte sind bereits in Kap. 2.1.4 zu finden.

¹¹⁵ Hier chronostratigraphisch im Sinne von **Küster (1995b: 31)** abgegrenzt.

¹¹⁶ Boreal als Haselzeit im Sinne von **Firbas (1949: 48)**.

¹¹⁷ **Kreuz (1990: 96)** beschreibt die bodenkundliche Situation im Umfeld dieser bandkeramischen Besiedlung folgendermaßen: „Zur Zeit der bandkeramischen Besiedelung waren also im Gebiet an zonalen Standorten

genutzten Böden sind möglicherweise Eichen-Kiefernwälder vertreten. In den Pollendiagrammen treten bereits Pollen von Getreide und Kulturanzeigern auf (Küster 1995b: 38)¹¹⁸. Gegen Ende des Atlantikums setzt die Ausbreitung weiterer wichtiger Waldbäume ein (Küster 1995b: 39). Im Untersuchungsgebiet wird die Eiche an manchen Stellen von der Buche verdrängt, jedoch nicht derart vollständig wie die Ulme in südlicheren Regionen. Die Ausbreitung der Buche kann bereits indirekt durch anthropogene Eingriffe ausgelöst werden (Küster 1995b: 40). In den Wäldern existieren auch im Atlantikum noch offenere Stellen.

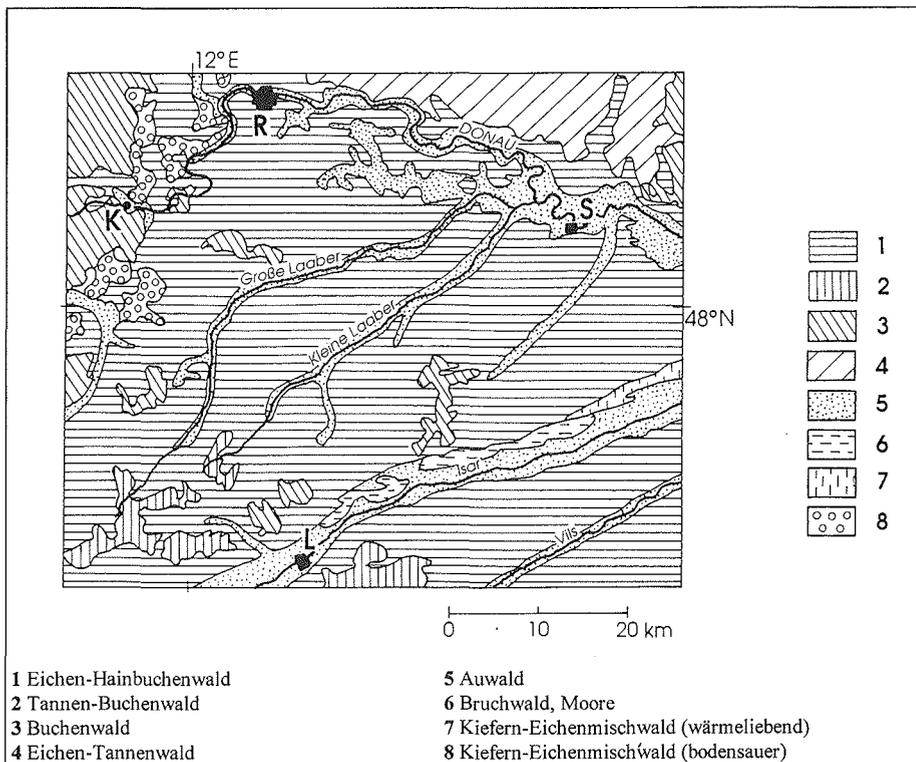


Abb. 9: Potentielle natürliche Vegetation im Untersuchungsgebiet, nach Seibert (1968), vereinfacht (K= Kelheim, R= Regensburg, S= Straubing, L= Landshut).

Subboreal (5000 bis 2500 BP (14C))

Im Subboreal dominiert die Buche das Bild der mitteleuropäischen Wälder. Vorzugsweise die Eiche aber auch die Hasel werden von ihr verdrängt. Nun tritt die Hainbuche in das südbayerische Waldspektrum ein. Getreidepollen gewinnen zunehmend an Bedeutung. In Moorprofilen in der südbayerischen Jungmoränenlandschaft belegt der „stark zunehmende Gehalt an Holzkohleflittern [...] Brandrodungstätigkeit und Hausbrand“ (Küster 1995b: 42).

höchstwahrscheinlich **Schwarzerden** und teils vielleicht auch noch **Pararendzinen** aus Löß oder Decksediment weit verbreitet“ (Hervorhebung im Original).

¹¹⁸ In der Siedlung Mintraching findet Kreuz (1990: 101) sogar Gerste (vgl. Kap. 2.1.4).

Subatlantikum (2500 bis 0 BP (¹⁴C))

„Am Beginn des Subatlantikums steht allgemein eine ausgeprägte Rodungsphase“ (**Küster 1995b: 42**), die u.a. mit der römischen Besiedlung der Landschaft in Zusammenhang gebracht wird. Selektiv sind davon Buche und Tanne am stärksten betroffen. In nachrömischer Zeit und im Mittelalter kann sich der Hochwald zunächst regenerieren. Dabei nimmt die Buche nun, überwiegend zu Lasten der Eiche, größere Gebiete als in vorrömischer Zeit ein. Doch bereits im beginnenden Mittelalter wird die Buche intensiv genutzt und „überall stark zurückgedrängt“ (**Küster 1995b: 43**). Bevorzugt entwickeln sich in diesem Zeitraum auf Kosten der Buche Eichen-Hainbuchenwälder, die ohne vorangegangene anthropogene Nutzung nicht entstanden wären. **Vangerow (1985)** schildert die durchgreifenden mittelalterlichen Veränderungen der ostbayerischen Waldbestände: Mit dem im Mittelalter steigenden Brennholzbedarf und der zunehmenden Bevölkerungsdichte wird der Waldbestand zunehmend verändert. Rodung, Waldweide und Streunutzung nehmen derart zu, daß bereits um 1500 an vielen Orten in Ostbayern Holznot herrscht und schon zum Ende des 16. Jahrhunderts erste Forstordnungen aufgestellt werden. In der Waldzusammensetzung wird ein wachsender Anteil der Fichte beschrieben. Nach einer „Erholungsphase“ für die Wälder infolge des Dreißigjährigen Krieges setzt im 18. Jahrhundert eine erneute Ausbeutung der Wälder mit einem desolaten Zustand als Folge ein. Als Reaktion auf diese Mißstände kommt es zur intensivierten Durchführung forstwirtschaftlicher Maßnahmen (Streunutzungspläne etc.), die bereits im 19. Jahrhundert wieder eine spürbare Verbesserung des Waldzustandes bewirkt. Die mittelalterliche Inanspruchnahme der Wälder, ihre Vernichtung und Schwächung führt zu den entsprechenden Vorbedingungen für die an vielen Orten bekannte, ausgeprägte mittelalterliche Bodenerosion. Vorwiegend die heutigen Staatsforste sind von dieser Übernutzung betroffen. Es ist jedoch nicht dokumentiert, ob bzw. wo im Untersuchungsgebiet überhaupt Standorte mit kontinuierlicher Bewaldung vorhanden sind¹¹⁹.

Bei der Entstehung weiterer Vegetationstypen ist das gleiche Phänomen wie bei der Differenzierung der Wälder zu beobachten. Es kommt zur Entwicklung einer artenreicheren Flora, vorwiegend unter dem anthropogenen Einfluß, zur Entstehung neuer Nutzungstypen und zu einer anthropogen bedingte Akzentuierung der Grenzen zwischen einzelnen Vegetationstypen (**Küster 1995b: 300**).

3.3 Vorgeschichtliche Besiedlung

Das Lößgebiet bei Regensburg gehört zu den wichtigen Altsiedellandschaften Mitteleuropas. Die vorgeschichtliche Siedlungsentwicklung ist u. a. in Arbeiten von **Brunnacker & Kossack (1958)**, **Böhm & Schmotz (1979)**, **Torbrügge (1984)**, **Schier (1985)**, **Schmotz (1989)** und jüngst zusammenfassend **Pätzold (1992)** dargestellt¹²⁰. Im Mittelpunkt dieser Darstellungen stehen die großen Terrassenlandschaften als älteste Siedlungsräume. Aus den kleineren bis mittleren Seitentälern der Donau liegen dagegen kaum zusammenschauende Darstellungen vor (vgl. **Böhm 1987**). **Brunnacker & Kossack (1958: 44)** beschreiben den niederbayerischen Gäuboden (Dungau) als „[...] im ganzen [...] recht einheitliche Landschaft mit einem bemerkenswerten Reichtum an archäologischen Funden“. Sie zeigen ferner eine auffällende Konstanz einzelner Siedlungsräume, die mit Fragen der Siedlungsgunst einzelner Räume zu verknüpfen ist. Die Grundtendenzen der vor- und frühgeschichtlichen Siedlungsentwicklung des Raumes sind bekannt: Sie werden gesteuert durch die Stromauen bzw. Flußtäler

¹¹⁹ **Strunk (1990)** weist auf die durchgängige Profilverkürzung in heute bewaldeten Gebieten südlich von Regensburg hin.

¹²⁰ Die Vorträge der Niederbayerischen Archäologentage ergänzen und erweitern jährlich das Wissen um die vorgeschichtliche Siedlungsentwicklung. **Pätzold (1983)** inventarisiert die vorgeschichtlichen Geländedenkmäler Niederbayerns, eine analoge Zusammenstellung für die Oberpfalz liegt von **Stroh (1975)** vor.

(**Brunnacker & Kossack 1958**) mit der Hochterrasse und dem angrenzenden Lößhügelland als erste und konstante Siedlungskernräume (**Torbrügge 1984**). Dennoch wird inzwischen anhand von „Luftaufnahmen und Grabungen [...] [mehr und mehr nachgewiesen], daß der Mensch seit den frühesten Zeiten bäuerlich sesshafter Lebensweise auch in abgelegene Regionen vordrang“ (**Böhm 1987: 41**). Ferner nutzte er Räume, die nicht als Siedelräume angesehen und aus diesem Grunde weniger intensiv bearbeitet wurden (**Paetzold 1992**). Dazu gehören auch Gebiete, die unter heutigen natürlichen hydrologischen Bedingungen nicht besiedelbar wären, so bestimmte Talauenbereiche (vgl. **Buch 1990**). Weiter weist **Schier (1985)** in quellenkritischen Überlegungen (u.a. Fragen der „Auffindungschance“) darauf hin, daß die Verteilung der Fundstellen nicht repräsentativ für die wirkliche Besiedlung des Raumes sein kann¹²¹.

Trotz dieser grundsätzlichen Probleme läßt sich für Teile des Donautales und seiner begleitenden Landschaften der vorrömische Besiedlungsgang ansatzweise rekonstruieren¹²².

Grundzüge der neolithischen Besiedlung

Im Alt- und Mittelneolithikum nimmt die lößbedeckte Hochterrasse der Donau knapp die Hälfte der Siedlungsplätze ein. Bevorzugt werden dabei wassernahe Standorte auf der Hochterrasse am Rande der Lößflächen mit einem guten Zugang zu geeignetem Brennholzmaterial aufgesucht (**Schier 1985**). Teilweise reichen diese Fundorte bereits weit ins Hinterland, in die Täler des Tertiärhügellandes. Entsprechende Fundplätze erscheinen oftmals als isolierte Siedlungsstandorte (**Paetzold 1992: 98**). Dieses Phänomen wird jedoch mit Forschungslücken begründet, da bandkeramische Siedlungen wahrscheinlich untereinander in funktionaler Verflechtung stehen (vgl. **Modderman 1982**). Für das Neolithikum läßt sich eine enge Beziehung zwischen Löß als Substrat der Bodenbildung und dem Siedlungsmuster feststellen. Spätestens ab dem Jungneolithikum setzt eine Ausweitung der Siedlungsräume in Bereiche des Tertiärhügellandes einerseits, andererseits auf die Niederterrasse und teilweise in die Talauenbereiche ein (**Paetzold 1992**). Dieser Trend läßt sich mit den geowissenschaftlichen Befunden zu einer Phase verminderter Hochflutaktivität der Donau (**Buch 1990**) bis in die Hallstattzeit gut in Beziehung setzen (**Paetzold 1992**). Wann die Besiedlung der Auenbereiche genau beginnt, bleibt umstritten (**Paetzold 1992**).

Grundzüge der bronzezeitlichen Besiedlung

Die deutliche Zunahme der Fundzahlen ab der Bronzezeit trägt zu einem höheren Repräsentationsgrad der Verbreitungsbilder bei. Erstmals werden ab dieser Zeit die Ausläufer des Bayerischen Waldes als neuer Lebensraum erschlossen (**Paetzold 1992: 99**). Ein Großteil (etwa 2/3) der bronzezeitlichen Fundstellen befindet sich weiterhin auf der Hoch- und Niederterrasse der Donau, auch das Tertiärhügelland nimmt als Siedlungsplatz etwas an Bedeutung zu (**Schier 1985: 21, Abb. 9**). In der Urnenfelderzeit ändert sich die Lageverteilung nur unwesentlich. Bedeutsam sind die charakteristischen bronze- bis urnenfelderzeitlichen Höhen-siedlungen (Bogenberg, Frauenberg) im Untersuchungsgebiet, die zu einer örtlichen Konzentration der Besiedlung geführt haben.

¹²¹ **Paetzold (1992)** setzt sich ausführlich mit Problemen der statistischen Auswertung von Funden als Hilfe zur Rekonstruktion der Siedlungsgeschichte auseinander.

¹²² **Paetzold (1992: 96-97, Abb. 7)** stellt die prozentuale Verteilung von Siedlungs- und Grabfunden, geordnet nach vorgeschichtlichen Zeitstufen und geologischen Substraten im Raum zwischen Regensburg und Deggendorf zusammen.

Grundzüge der eisenzeitlichen Besiedlung

In der Hallstattzeit stagniert die Besiedlung der Hochterrasse anscheinend (Paetzold 1992). Auch in der Latènezeit zeichnen sich nur wenige Veränderungen im Siedlungsverhalten an. Die wieder wachsende Bedeutung der hochwassersicheren Hoch- und Niederterrasse zu Lasten der Talauen ist jedoch als eine bemerkenswerte, möglicherweise auch paläohydrologisch interpretierbare Tatsache zu bewerten (Paetzold 1992: 100). Zusätzlich sind in der Latènezeit Ansätze einer Besiedlung des Niederen (Vorderen) Bayerischen Waldes auszumachen. Auffallend für die Latènezeit sind die weit verbreiteten Viereckschanzen, die meist als kultische Stätten interpretiert werden (Reichenberger 1994).

Die Bedeutung der Hochterrasse und ihrer Ränder als Leitlinien der vorgeschichtlichen Besiedlung, die sich bis ins Mittelalter auswirkt, ist eindeutig belegbar (Torbrügge 1984): Sie sind durchgängig dicht besiedelt (Paetzold 1992). Das Tertiärhügelland wird entlang der Fluß- und Bachläufe aufgesiedelt, die die „großen Bezugslinien der vorgeschichtlichen Besiedlung in der niederbayerischen Landschaft“ (Böhm 1987: 41) darstellen. Teilbereiche der zur Donau entwässernden Flußsysteme des Tertiärhügellandes werden als Folge dieser Siedlungsbewegungen bereits im Alt- und Mittelneolithikum mit in die Besiedlung aufgenommen. Die allmähliche Ausdehnung des Siedlungsraumes ab dem ausgehenden Neolithikum von der Hochterrasse in jüngere Terrassenbereiche ist möglicherweise auf eine Erhöhung der Bevölkerungsdichte zurückzuführen, wird aber auch mit einer Klimaverbesserung in Verbindung gebracht (Paetzold 1992: 102). Ferner können technologisch-wirtschaftliche Veränderungen zu einem gewandelten Siedlungsverhalten führen.

Auch die Frage nach Auswirkungen der Landschaftsveränderung auf das Siedlungsverhalten vorgeschichtlicher Kulturen steht im Zentrum entsprechender Überlegungen. Dazu bemerkt Schier (1985: 32-33) zusammenfassend: „Es resultiert der Eindruck eines durch die Zeiten recht kontinuierlichen Besiedlungsablaufes. Verschiebungen oder Ausweitungen der Siedelräume verlaufen nur allmählich. Bisher spricht wenig dafür, daß anthropogene Umweltveränderungen zu Siedlungsverlagerungen geführt haben, eine hohe Siedlungsplatzkontinuität zwischen aufeinanderfolgenden Zeitstufen und Kulturgruppen macht gravierende Bodenerschöpfung infolge Übernutzung wenig wahrscheinlich.“

Umfassende Überlegungen zu Bevölkerungszahl und -dichte in den verschiedenen vorgeschichtlichen Epochen existieren lediglich für kleinere Gebiete (vgl. Engelhardt 1994). Für das Unterbayerische Hügelland insgesamt können keine genaueren Aussagen getroffen werden.

3.4 Zusammenfassende Überlegungen zum Untersuchungsgebiet

Das Unterbayerische Hügelland zeichnet sich durch insgesamt gute, jedoch kleinräumig stark differenzierte naturräumliche Bedingungen für die vorgeschichtliche Entwicklung aus. Für die ersten Ackerbaukulturen liegen günstige Relief-, Boden- und Klimaeigenschaften vor. Die siedlungsarchäologischen Befunde belegen die rege Nutzung des Raumes. Die Beziehung der vorgeschichtlichen Kulturen zu den naturräumlichen Voraussetzungen ist in ihren Grundzügen deutlich. Allerdings ist nicht exakt nachzuweisen, wie sich Siedlungskontinuität und -verlagerung verhalten.

4 Methodik

4.1 Auswahl der Untersuchungsstandorte

Die Auswahl der Standorte für die vorliegende Untersuchung wurde nach vorangegangenen Übersichtsbegehungen vorwiegend in Absprache mit den jeweils verantwortlichen archäologischen Institutionen getroffen und orientierte sich zudem an aktuellen Aufschlüssen¹²³. Damit ist eine enge Beziehung zu siedlungsarchäologischen Fragestellungen sichergestellt. Teilweise können dadurch bereits Datierungen der umgelagerten Substrate (Maximalalter) durchgeführt werden¹²⁴. In Kap. 1 wurde bereits auf die begrenzte Aussagemöglichkeit hinsichtlich der Auswahl „archäologischer Standorte“ hingewiesen: Sie kann ausschließlich die Landschaftsveränderung und Kulturlandschaftsentwicklung im direkten Umkreis der jeweiligen archäologischen Siedlungen belegen.

Um zu aussagekräftigen Ergebnissen der holozänen Relief- und Bodenentwicklung zu gelangen, werden unterschiedliche Reliefeinheiten (Kuppen, Hänge, Hangfußbereiche und Auen) bearbeitet. An ausgewählten Orten wurde die Verzahnung der Sedimente unter Anwendung des Catena-Prinzips (vgl. u.a. **Gerrard 1992: 29ff**) erfaßt. Ferner wurde angestrebt, kleine Einzugsgebiete¹²⁵ möglichst vollständig zu erfassen. Neben kurzfristigen Aufschlüssen im Zuge des MERO-Baus standen im Bereich der archäologischen Grabungen auch längerfristig Schnitte zur Verfügung, die in der Regel sowohl archäologisch als auch bodenkundlich-sedimentologisch bearbeitet wurden. An manchen Orten war es ferner möglich, im Umkreis der archäologischen Grabungen zusätzlich größere Baggerschürfe anzulegen. Um eine zu starke Ausrichtung auf das Umfeld archäologischer Standorte zu verhindern, wurden im Untersuchungsgebiet auch archäologisch „unabhängige“ Standorte ausgewählt: Darunter sind Standorte zu verstehen, von denen bis dato keine Hinweise auf vorgeschichtliche Siedlungs- und Ackerbauaktivitäten vorlagen.

Da im agrarisch intensiv genutzten Lößgebiet kaum relevante Aufschlüsse vorzufinden sind, muß in diesen Fällen auf Bohrungen zurückgegriffen werden. Dafür wurde ein Edelmann-Drehbohrgestänge benutzt, zur Beprobung darüber hinaus eine automatische Rammkernsonde eingesetzt¹²⁶. Bei einer entsprechenden Eichung an Aufschlüssen und Schürffgruben der Umgebung können im Lößgebiet - im Gegensatz zu den Mittelgebirgsregionen mit skelettreichen Straten - Bohrungen erfolgreich eingesetzt werden (vgl. **Völkel 1995: 18**). Die Bohrungen wurden im terrestrischen Milieu bis zum anstehenden Substrat (i.d.R. Würmlöß, an manchen Stellen auch andere Substrate, u.a. pleistozäne Fließerd, Tertiärsedimente) und in den Flußlandschaften bis zur Schotteroberkante niedergebracht.

Der Schwerpunkt dieser Untersuchung liegt in der Geländearbeit. Aus den ca. 250 an zehn Untersuchungsstandorten (vgl. Abb. 5)¹²⁷ aufgenommenen Profilen (Bohrungen und Aufschlüsse) wurden etwa 100 für die Ermittlung der laboranalytischen Standardparameter (Granulometrie, Organische Substanz, pH-Wert, Carbonatgehalt) ausgewählt. Darüber hinaus wurde an einzelnen Profilen die pedogenen Oxide von Aluminium, Eisen und Mangan sowie

¹²³ Der Bau der Mitteleuropäischen Rohölleitung (MERO) im Sommer 1995 ermöglichte an mehreren Stellen die detaillierte Aufnahme großflächiger Aufschlüsse. Aufgrund des schnellen Baufortschrittes waren diese Befunde allerdings nur wenige Tage zugänglich, so daß nur drei dieser, teils mehrere hundert Meter langen und bis zu vier Meter hohen Profilwände bearbeitet werden konnten.

¹²⁴ Die archäologische Bestimmung der Keramik etc. wurde von den zuständigen Grabungsleitern und -leiterinnen vorgenommen. Auf sie wird im einzelnen bei der Vorstellung der jeweiligen Untersuchungsstandorte namentlich verwiesen.

¹²⁵ Von wenigen km² (Seedorf) bis zu maximal 300 km² (Kleine Laaber).

¹²⁶ Beides Fabrikate der Fa. Eijkelkamp.

¹²⁷ Duplikat als Beilage 2 beigelegt.

die mineralische Zusammensetzung der Tonfraktion mittels Röntgendiffraktion (RDA) bestimmt. Durch 15 ¹⁴C-Datierungen an Holzkohlen und organischer Substanz konnten die Befunde zeitlich genauer eingeordnet werden¹²⁸ (vgl. Kap. 9.3, Tab. 16 mit Auflistung der ¹⁴C-Datierungen).

Die Standortbeschreibung beinhaltet die Lage des Aufnahmepunktes auf der Topographischen Karte 1:25.000, die Höhe über NN, die Reliefposition, die Geländeneigung und Exposition, die rezente Nutzung und die Art des Profils (Aufschluß, Bohrung etc.). Die Kennzeichnung der Profile und Proben umfaßt neben der Blattnummer der Topographischen Karte 1:25.000 die Profilvernummer und die Probennummer. Die ergänzenden Eigennamen der Profile beziehen sich auf Ortsbezeichnungen in der Topographischen Karte oder auf die Namen der archäologischen Grabungen. Die Beprobung der Profile erfolgte horizontspezifisch in Form von Mischproben. Bei größeren (in der Regel mehr als 20cm) Horizontmächtigkeiten wurden Mehrfachbeprobungen durchgeführt. Die detaillierten Profilbeschreibungen sind (inclusive der entsprechenden Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen) in Kap. 9.1 aufgeführt.

Die grundlegenden Aussagen, die aus geomorphologisch-bodenkundlicher Sicht aus den Untersuchungsstandorten zu erzielen sein sollten, lassen sich folgendermaßen beschreiben (vgl. **Bork 1988**):

- (i) die Rekonstruktion des ursprünglichen Zustandes der Böden, die sich ab dem Altholozän bzw. dem Spätglazial unter natürlicher Vegetation bildeten und damit als Referenzprofile zu bezeichnen sind. Mit diesen fossilen Böden, die überwiegend von einer nachträglichen pedogenetischen Veränderung im Sinne eines Durchgriffs pedogener Prozesse verschont blieben, können Zeitmarken für die holozäne Pedogenese im Regensburger Lößgebiet aufgestellt werden. Zusätzlich werden weitere günstige Standorte für ungestörte Bodenbildungen untersucht. Oberflächenböden eignen sich dazu kaum, da selbst Waldstandorte zur Rekonstruktion der ungestörten holozänen Bodenbildung im Regensburger Raum nur mit großen Einschränkungen heranzuziehen sind. Die Dokumentation der mittelalterlichen bis neuzeitlichen Waldgeschichte (vgl. Kap. 3.2.4) zeigt, daß kaum ein gegenwärtig bewaldeter Löß-Standort zu einem oder mehreren Zeitpunkten in der Vergangenheit von der Abfolge Rodung - Wiederbewaldung verschont blieb.
- (ii) Aufnahme der heutigen Restmächtigkeiten der holozänen Böden und Vergleich mit den unter (i) genannten Böden
- (iii) Aufnahme der Kolluvienmächtigkeiten und deren räumliche Verbreitung.
- (iv) Aufnahme und Charakterisierung der Auenlehme.

4.2 Feldarbeit und Profilsprache

Die geomorphologischen Geländeuntersuchungen stützen sich auf die von **Leser (1977)** erläuterten Techniken der geomorphologischen Feldarbeit. Darüber hinaus erfolgt die bodenkundliche Aufnahme der Profile in enger Anlehnung an die Maßgaben der **Arbeitsgruppe Boden (1994)**.

Folgende Kriterien werden berücksichtigt: Aufnahme des Bodentyps mit Horizontangabe, Bestimmung der Bodenfarbe¹²⁹ nach der Munsell-Farbtabelle (**Munsell Color Company 1975**), des Bodengefüges (nur an Aufschlüssen) und der Bodenart (nach Fingerprobe), Abschätzung der Humus- und Carbonatgehaltes (mittels 10%-iger Salzsäure), Lagerungsdichte, Durchwurzelung und Verzeichnis weiterer charakteristischer Merkmale.

¹²⁸ 12 dieser Proben wurden konventionell im ¹⁴C- und ³H-Laboratorium am Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (Dr. M. Geyh), 3 weitere mittels AMS-Technik an der Universität Erlangen-Nürnberg (Physikalisches Institut, Prof. Dr. W. Kretschmer) datiert.

¹²⁹ Grundsätzlich wird die Bodenfarbe am feldfrischen Material im Gelände bestimmt. Ist dies nicht möglich, oder sollen gewisse Absicherungen und Überprüfungen der Farbbestimmung getroffen werden, wird die Farbbestimmung im Labor wiederholt. Dabei wird die Bodenfarbe an mit destilliertem Wasser angefeuchteten Bodenaggregaten der Originalprobe bestimmt.

Unter den weiteren charakteristischen Merkmalen sind folgende makroskopisch sichtbare Parameter zu verstehen: Das Auftreten von Toncutanen, Eisen- und Manganflecken bzw. -konkretionen sowie fossilen Tier- und Pflanzenresten. Von besonderer Bedeutung für die Kennzeichnung kolluvialer Sedimente sind archäologische Funde (Eisenschlacken, Keramikscherben¹³⁰, Hüttenlehm etc.). Darüber hinaus tritt Holzkohle als ein kennzeichnendes Merkmal für anthropogene Eingriffe in Sedimenten auf¹³¹.

Auf die Probleme der Abgrenzung zwischen autochthonen und allochthonen (= hier: anthropogen umgelagerten) Substraten wurde bereits ausführlich in der Diskussion in Kap. 2.2.1 eingegangen. Die Abgrenzung orientiert sich an den von **Bork (1988: 8)** und **Tippkötter (1979: 140ff)** dargestellten feldbodenkundlichen Unterscheidungsmerkmalen (Körnung, Gefüge, Farbe, Lagerungsverhältnisse und anthropogene Merkmale). In Bohrungen ist die Differenzierung erfahrungsgemäß nicht immer eindeutig.

Unter einem Kolluvisol wird von der **Arbeitsgruppe Boden (1994: 204)** ein „Boden mit Ah/M/II...-Profil aus verlagertem humosem Bodenmaterial (Solumsediment, Humusgehalt entspricht der Definition des Ah - Horizontes) verstanden, das entweder durch Wasser von den Hängen abgespült, in Senken und kleinen Tälern akkumuliert worden ist oder durch Wind erodiert und anschließend akkumuliert wurde (z.B. Ackerberge); Ah + M > 4dm.“ Das Horizontalsymbol M bezeichnet nach der **Arbeitsgruppe Boden (1994: 102)** einen „Mineralbodenhorizont, entstanden aus fortlaufend sedimentierten holozänem Solummateriale (vor Umlagerung pedogen veränderte, fluviatile, durch Abspülung an den Hängen oder durch Bodenbearbeitung sowie äolisch transportierte Auftragsmasse.)“ Dieser Horizont hat i.d.R. mehr als 1% org. Substanz (**Arbeitsgruppe Boden 1994: 103**).

Die gültige Definition des Bodentyps Kolluvisol und des Horizontsymbols „M“ ist in Verbindung mit den hier durchgeführten Untersuchungen nicht ausreichend. Es läßt sich belegen, daß nicht nur humoses Solummateriale in kolluviale Verlagerungsvorgänge miteinbezogen wird. Der Humusgehalt dieses Bodensediments und des charakteristischen M-Horizontes kann aus diesem Grunde auch weitaus geringere Werte als 1% einnehmen und demnach nicht als ein diskriminierendes Merkmal für Kolluvisole bezeichnet werden. Das Hauptsymbol „M“ definiert den Bodentyp Kolluvisol. Dieses Hauptsymbol wird in dieser Arbeit entsprechend den Vorgaben der **Arbeitsgruppe Boden (1994: 102)** verwendet, soweit nicht *eindeutig* nachgewiesen werden kann, daß pedogenetische Prozesse am Akkumulationsstandort *selbst* zur Entwicklung eines anderen Bodentyps geführt haben¹³². Ist die Bodenentwicklung in einem kolluvialen Substrat so weit fortgeschritten, daß ein eigenständiger Bodentyp nachgewiesen werden kann, dann kommt die kolluviale Vergangenheit des Bodens lediglich in der Bodenform zum Ausdruck (vgl. **Arbeitsgruppe Boden 1994: 252**). Dort werden Substratmerkmale und pedogene Merkmale eines Bodens zusammengeführt. In Ergänzung zur **Arbeitsgruppe Boden (1994)** wird „Kolluvium“ in dieser Arbeit als eigenständiger Substrattyp aufgefaßt (vgl. **Hofmann & Spies 1992**).

¹³⁰ Keramikfragmente sind für die hier verfolgte Fragestellung nur von Interesse in Profilabschnitten unterhalb des Pflughorizontes (**Bork 1988**).

¹³¹ Das Auftreten von Holzkohlen muß jedoch im Einzelfall diskutiert werden. **Bork (1983, 1988)** geht davon aus, daß Holzkohle in holozänen Böden im Gegensatz zu älteren Sedimenten *nie* auftritt. Eine exakte stratigraphische Ansprache im Untersuchungsgebiet bei der Interpretation von Holzkohlen ist allerdings nötig: Nach **Hilgart (1995 126-127)** sind eingearbeitete Holzkohleflechter und -stücke charakteristisch für den Al-Horizont der Schotterparabraunerde der letzten Warmzeit im Regensburger Raum. **Buch & Zöller (1990: 66-69)** beschreiben in der Nähe von Regensburg holzkohleführende Spülsedimente altwürmzeitlicher Altersstellung.

¹³² Die Kriterien sind an den einzelnen Standorten im Detail zu diskutieren.

Auf einige weitere, durch den Untersuchungsansatz bedingte Abweichungen von den Richtlinien der **Arbeitsgruppe Boden (1994)**, sei an dieser Stelle verwiesen:

1) Das Symbol j (in Kombination mit C-Horizonten) stellt anthropogene Auffüllungen, Aufschüttungen oder Aufspülungen aus einem natürlichen Material, wie Löß, Sand, Schlack oder Abraum dar (**Arbeitsgruppe Boden 1994: 96**). In dieser Arbeit wird das Zusatzsymbol j folgendermaßen abweichend von der Bodenkundlichen Kartieranleitung verwendet:

a) (j): Zusatzsymbol in Klammern; Hauptsymbolen wie A oder B vorangestellt: In einem natürlichen, anthropogen aufgeschütteten Material läuft eine entsprechende Bodenbildung ab; z.B. (j)A/(j)Bt: Parabraunerde, die sich aus Aufwurfmaterial entwickelt hat;

b) j: Zusatzsymbol ohne Klammern; Hauptsymbolen wie A, B oder C vorangestellt: anthropogen aufgeschüttetes Material, das nach der Aufschüttung *nicht* pedogenetisch verändert wurde, z.B. jBt: anthropogen aufgeschüttetes Material aus dem ehemaligen Bt-Horizont einer Parabraunerde ohne in situ erkennbar weiter pedogenetisch verändert worden zu sein; bei einem in Klammern gesetzten Hauptsymbol, so bei j(Bt) ist das Ausgangsmaterial nicht eindeutig bestimmbar.

2) Bei überprägten fossilen oder reliktschen Horizonten werden nach der **Arbeitsgruppe Boden (1994: 81)** die Symbole durch einen hochgestellten Punkt verknüpft. In der vorliegenden Arbeit wird dies abweichend durch einen * dargestellt, z.B. fBt*Sd = Stauhorizont aus begrabenem Bt-Horizont. Die **Arbeitsgruppe Boden (1994)** faßt diese Überprägung jedoch insofern enger als diese Schreibweise auf fossile Horizonte, die gleichzeitig zu einem rezenten Boden gehören, beschränkt wird (**Arbeitsgruppe Boden 1994: 104**). In dieser Arbeit werden ergänzend dazu auch fossile Horizonte, die eine gegenwärtig nicht mehr wirksame Überprägung erhalten haben, gleichfalls aber nicht zu einem rezenten Boden gehören, mit dieser Verknüpfung beschrieben. Dies gilt unter anderem für fossile Bt-Horizonte, deren nachträgliche Überprägung als Stauhorizont keine rezente Wirksamkeit mehr hat.

3) Auf die Ausweisung von rAp-Horizonten unter gegenwärtiger Grünlandnutzung wurde verzichtet, wenn die Grünlandnutzung nicht als ständige Nutzungsform zu betrachten ist. Überdies können Ap-Horizonte nur mit sehr starken Einschränkungen für die Untersuchungen herangezogen werden, da diese Horizonte oft aus einem ortsfremden anthropogen aufgeschütteten oder veränderten Material bestehen.

4) Fehlerden im Sinne der **Arbeitsgruppe Boden (1994: 193)** werden nicht gesondert ausgewiesen, sondern unter Parabraunerden subsummiert, da für lessivierte Böden wegen des oft abgetragenen Al-Horizontes das Ausmaß der Tonverlagerung meist nicht eindeutig bestimmt werden kann.

4.3 Labormethoden

Das feldfrische Probenmaterial wird zunächst bei 40°C im Trockenschrank getrocknet, die Probe in etwa halbiert, eine Hälfte vorsichtig gemörsert und dann mittels eines 2mm-Siebes in Skelett (= Grobboden) und Feinboden getrennt. Der Feinboden wird anschließend folgenden weiteren Analysen unterzogen:

4.3.1 Korngrößenanalyse

Die Korngrößenanalyse erfolgt durch ein kombiniertes Sieb- und Sedimentationsverfahren nach Köhn (**Schlichting & Blume 1966: 77-78**). Die Fraktionsgrenzen richten sich nach der in der Bodenkunde üblichen logarithmischen Einteilung (vgl. u.a. **Arbeitsgruppe Boden 1994**). Vor der Analyse findet keine Entfernung der organischen Substanz und anderer (u.a. carbonatischer) Kittsubstanzen statt. Dies kann zu einer gewissen Unterrepräsentierung der Tonfraktion führen, da die organische Substanz bei Gehalten von mehr als 5% die Korngrößenverteilung beeinflussen kann, indem die Schluffanteile auf Kosten der Tonanteile zunehmen (**Völkel 1995: 19**).

Ca. 20g luftgetrockneter Feinboden werden nach Zugabe von 25ml 0,1m Natriumpyrophosphat ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) als Dispergierungsmittel ca. 15min im Ultraschallbad behandelt und anschließend ca. 24h auf ein Schüttelrad gegeben. Ton- und Schluffanteile werden entsprechend der Pipettmethode nach Köhn (**Schlichting & Blume 1966**) gewonnen, die Sandfraktionen durch Naßsiebung.

4.3.2 Bodenchemische Analysen

4.3.2.1 pH-Wert

Die Messung des pH-Wertes, der Wasserstoffionenkonzentration, erfolgt elektrometrisch.

10g Feinboden werden mit 25ml 0,01m CaCl_2 versetzt. Gemessen wird nach 30min und 24h nach vorherigem Aufrühren des Bodensatzes mittels einer Glaselektrode. Als Meßinstrument dient ein pH-Meter Typ 521 der Firma WTW.

4.3.2.2 Organischer Kohlenstoff

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff wird nach nasser Veraschung mit schwefelsaurem Kaliumdichromat unter kolorimetrischer Bestimmung mittels eines UV-VIS Spektralphotometers (hier: Typ Lambda 2 der Firma Perkin Elmer) ermittelt.

0,1 bis 1g Feinboden werden mit 20ml H_2SO_4 (conz.) und anschließend mit 12,5ml 0,3m $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ versetzt. Zur Oxidation werden die Proben bei 120°C 90min im Trockenschrank aufbewahrt und nach der Abkühlung der Messung unterzogen. Der Gehalt an organischer Substanz wird rechnerisch mit $1,72 \times \% \text{ org. Kohlenstoff}$ ermittelt. Auf den Umrechnungsfaktor 2 bei Torfen (vgl. **Arbeitsgruppe Boden 1994: 107**) wird aus Gründen der Vergleichbarkeit verzichtet¹³³.

Auf eine Bestimmung der organischen Substanz mittels Glühverlust bei Proben mit sehr hohem organischen Anteil (Anmoore, Torfe) wird ebenfalls zugunsten methodischer Vergleichbarkeit verzichtet. Die Werte des organischen Kohlenstoffes können deshalb in extrem humosen Proben zu niedrig liegen. Kontrollversuche mit unterschiedlichen Einwaagen und unterschiedlichen Anteilen/Konzentrationen der verwendeten Chemikalien bei diesen Proben haben zu recht hohen Abweichungen geführt. Deshalb können mit der nassen Veraschung in diesem Fall nur Annäherungswerte geliefert werden.

4.3.2.3 Carbonatgehalt

Der Carbonatgehalt wird gasvolumetrisch nach Scheibler (u.a. **Leser 1977: 278-281**) ermittelt.

Je nach der vorher (mittels 10%-iger HCl) erfolgten Abschätzung des Carbonatgehaltes werden 0,5 bis 2g Feinboden mit 5ml HCl (conz.) versetzt. In der Scheibler-Apparatur wird das entweichende CO_2 gemessen und der Carbonatgehalt unter Berücksichtigung von Temperatur und Luftdruck (Umrechnungsfaktoren nach Reuter) bestimmt.

4.3.2.4 Elementfraktionen von Aluminium, Eisen und Mangan.

Die pedogenen (bodenbürtigen, freien) Oxide, Hydroxide und Oxidhydroxide von Eisen, Aluminium und Mangan¹³⁴ gehören zu den typischen Verwitterungsneubildungen im Boden. Sie entstehen bei Anwesenheit von Wasser durch die Umwandlung silikatischer Bindungsformen in oxidische. Ausmaß und Art der Oxidbildungen hängt dabei von den Verwitterungsbedingungen ab (vgl. **Scheffer & Schachtschabel 1992**).

Die Verteilung der pedogenen Oxide im Boden ist ein wichtiger Indikator zur Beschreibung der Art und Intensität pedogener Prozesse (**Schlichting & Blume 1966**). Sie kann zur Definition und Abgrenzung von Bodentypen (**McKeague & Day 1966, Blume & Schwertmann 1969**) sowie zur relativen Altersabschätzung von Böden, u.a. auf Flußterrassen, herangezogen werden (vgl. **Arduino et al. 1984**).

¹³³ Es gibt meines Erachtens keinen sinnvollen Grenzwert beim Gehalt an organischem Kohlenstoff, der einen unterschiedlichen Umrechnungsfaktor rechtfertigen würde.

¹³⁴ Im folgenden unter Oxide zusammengefaßt.

Die Elementfraktionen an Aluminium, Eisen und Mangan werden durch eine sequentielle Extraktion bestimmt, bei der verschiedene Extraktionsverfahren an derselben Probe durchgeführt werden. Gegenüber dem klassischen Verfahren der Einzelsextraktion hat diese Form den Vorteil, ein „wesentlich differenzierteres Bild“ hinsichtlich der Verteilung der einzelnen Elementfraktionen zu liefern (Völkel 1995: 21)¹³⁵. Die Messung der Elemente erfolgt atomabsorptionsspektrometrisch an einem Flammen-AAS (hier: Typ Solaar, Unicam 939 der Firma Unicam).

Am Beginn des sequentiellen Verfahrens steht die Erfassung der pyrophosphatlöslichen Metallfraktionen mittels Natriumpyrophosphat¹³⁶. Damit werden überwiegend die mobilen und an organische Substanz (auf der Basis von Fulvo- und Huminsäuren) gebundenen Metalle erfaßt (vgl. Völkel 1995: 21). Darauf folgt die Extraktion der nicht bis schlecht kristallinen Fraktion mittels Ammoniumoxalat in Anlehnung an Schwertmann (1964). Nach Schwertmann (1964) erfaßt die Lösung mit Ammoniumoxalat insgesamt den röntgenamorphen Anteil der Eisenoxide. Darüber hinaus vermag das oxalatlösliche Eisen über sein Verhältnis zum dithionitlöslichen Eisen (Feo/Fed), dem Kristallinitäts- bzw. Aktivitätsgrad, die Eisenoxide näher zu differenzieren¹³⁷. Abgeschlossen wird die sequentielle Extraktion durch die Bestimmung des dithionitlöslichen Anteils der Metalloxide, aufbauend auf den Methoden von Mehra & Jackson (1960). Dithionitlöslich sind die gesamten freien Oxide. Neben den gut kristallinen Bestandteilen werden in der Einzelsextraktion auch schlecht kristalline Verbindungen sowie ein Teil der organisch komplexierten und mobilen Fraktionen gelöst. Im sequentiellen Extraktionsverfahren werden die Metallfraktionen einer Bodenprobe dagegen von vornherein differenziert (Völkel 1995)¹³⁸.

Pyrophosphatlösliche Fraktion

1 bis 2g Feinboden werden mit 50ml 0,1m $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (Natriumpyrophosphat) und 0,5m Na_2SO_4 (Natriumsulfat) versetzt und über Nacht geschüttelt. Als Ionisationspuffer wird 1ml einer 2%-igen KCl-Lösung hinzugefügt.

Oxalatlösliche Fraktion

Die Probenrückstände aus der Pyrophosphatextraktion werden mit 50ml eine 0,2m oxalsäuren NH_4 -Oxalatlösung ($17,56\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (Oxalsäure) und $28,40\text{g} (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ (Ammoniumoxalat) auf 1l H_2O bidest. versetzt und anschließend unter Lichtabschluß¹³⁹ 2h in den Überkopfschüttler gegeben. Gepuffert wird wiederum mit 1ml 0,2%-iger KCl-Lösung.

Dithionitlösliche Fraktion

Den Probenrückständen in den Zentrifugenbechern werden je 40ml 0,3n Natriumcitrat ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7 \times 2\text{H}_2\text{O}$) und 5ml 1m Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3) zugegeben. Nach Erreichen der Reaktionstemperatur von 80°C im Wasserbad wird den Proben 1g festes Natriumdithionit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) zugefügt und die Reaktion läuft bei der eingestellten Temperatur 15 min ab. Die Probenrückstände werden zweimal mit H_2O bidest. und einmal mit 0,1n MgSO_4 nachgewaschen. Bei eingetretener Graufärbung kann auf eine Wiederholung der Extraktion verzichtet werden.

¹³⁵ Methodische Vorgehensweise und Vorversuche zu den Elementfraktionen von Aluminium, Eisen und Mangan sind bei Mahr (1998) ausführlich dargelegt. Die durchgeführte sequentielle Extraktion basiert auf Untersuchungen von Veerhoff (1992). Auch Völkel (1995) diskutiert die Vor- und Nachteile verschiedener Extraktionsverfahren. Die verschiedenen Extraktionsverfahren wurden im Rahmen der Arbeiten der Arbeitsgruppe 'Landschaftsökologie und Bodenkunde' (Ltg. PD. Dr. J. Völkel) eingehend hinsichtlich ihrer Aussagekraft geprüft.

¹³⁶ Darüber hinaus kann durch Natriumpyrophosphat auch die entsprechende Kohlenstoff-Fraktion aufgeschlossen werden, die dann durch nasse Veraschung bestimmt wird.

¹³⁷ Dieser Aktivitätsgrad wird in der Regel aus dem Vergleich separater, jeweils neu eingewogener Proben errechnet. Damit ist dieser Aktivitätsgrad nicht vergleichbar mit dem hier ermittelten aus der sequentiellen Extraktion. Der aus der sequentiellen Extraktion ermittelte Aktivitätsgrad gibt das Verhältnis zwischen amorphen und kristallinen Eisenoxiden wieder (Mahr 1998).

¹³⁸ Die detailliert Beschreibung des labortechnischen Vorgehens findet sich bei Mahr (1998).

¹³⁹ Ohne Lichtabschluß gehen auch kristalline Eisenoxide in Lösung (vgl. Schwertmann 1964).

4.3.3 Tonmineralogische Untersuchungen

Tonminerale sind sensible Zeiger bodenökologischer Verhältnisse, die aufgrund ihrer geringen Korngröße eine große spezifische Oberfläche aufweisen (oberflächenaktive Systeme), an der Nährstoffkationen und Wassermoleküle reversibel angelagert werden können. Außerdem sorgen sie mit für Ausbildung und Stabilisierung der Bodenstruktur (**Scheffer & Schachtschabel 1992**). Die Struktur der Tonminerale, ihre Bestimmung und Charakterisierung ist u.a. ausführlich bei **Brindley & Brown (1980)**, **Moore & Reynolds (1989)** und **Tributh & Lagaly (1991) (eds.)** beschrieben. Neben ihrer allgemein anerkannten ökologischen Bedeutung ist es aber gleichzeitig möglich, Schichtwechsel mit Hilfe röntgendiffraktometrischer Untersuchungen zu belegen, wobei es dazu nicht unbedingt der Anwesenheit von Zeigermineralen bedarf. Darauf weist **Völkel (1995: 37)** im Zusammenhang mit der Charakterisierung periglazialer Deckschichten hin.

Die genaue Identifizierung der silikatischen Minerale der Tonfraktion erfordert einen hohen labortechnischen Aufwand (vgl. **Völkel 1995**). Deshalb wird in vorliegender Arbeit lediglich eine grundsätzliche, qualitative Ansprache dieser Minerale vorgenommen, die sich auf die Bearbeitung der Gesamtonfraktion ($< 2\mu\text{m}$) beschränkt. Aufgrund von Erfahrungen und umfangreichen Vorversuchen werden orientierte Präparate (Texturpräparate) auf Glasobjektträgern favorisiert (vgl. **Völkel 1995**)¹⁴⁰.

Die Messungen wurden am Röntgendiffraktometer (RDA) D 5000 der Firma Siemens mit Cu-ka-Strahlung bzw. nach einer benutzerdefinierten Geräteumstellung mit Co-ka-Strahlung durchgeführt¹⁴¹. Die Bearbeitung der Meßfiles erfolgte mit dem Softwarepaket DIFFRAC-AT, V 3.1 der Firma Siemens.

Gemessen wird mit einem primär- und sekundärseitigen Automatischen Divergenz-Spalt-System (ADSS) und einem Sekundärmonochromator an einer durchgängig bestrahlten Probe von 20mm Länge. Die Texturpräparate der Tonfraktion werden bei Raumtemperatur im step-scan-Verfahren gemessen. Die verwendete „step time“ liegt bei 2,0 sec., die „step size“ bei 0,050° ohne Probenrotation, Messung im Theta/2Theta-Kreis.

Vorbearbeitungen:

Zur genauen Bestimmung der Tonminerale ist eine Entfernung der verkittenden Substanzen vor Gewinnung der Tonfraktion erforderlich. Dadurch wird eine verbesserte, genauere Fraktionierung und eine bessere Einregelung der Schichtsilikate erreicht (= Erhöhung der Reflexintensitäten im Röntgendiffraktogramm). Zu diesen Kittsubstanzen sind organische Bestandteile, Eisenoxide und (falls vorhanden) Carbonate zu zählen.

Die Entfernung der organischen Substanzen erfolgt mit 100ml 6%-igem H_2O_2 auf ca. 25g Probenmaterial bei max. 60°C im Wasserbad bis zum Reaktionsende (je nach Gehalt an organischer Substanz ca. 2h und mehr)¹⁴².

Die Eisenoxidverkittungen werden mittels der Dithionit/Citrat/Bicarbonat-Methode (DCB) nach **Mehra & Jackson (1960)** entfernt. Neben der bereits beschriebenen Erhöhung der Reflexintensitäten durch die verbesserte Einregelung der Schichtsilikate, ist diese Entfernung bei Cu-ka-Strahlung auch deshalb notwendig, da die sonst auftretende, äußerst störende Eisen-Fluoreszenzstrahlung stark vermindert wird.

Dabei werden ca. 25g Feinboden mit 100ml 0,3n Natriumcitrat ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) und 10ml 1m Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3) als Puffer versetzt und unter vorsichtiger Zugabe von ca. 3g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 1h im Wasserbad auf ca. 70°C erhitzt bis die Graufärbung (= Reduktion) der Probe erkennbar ist.

An den carbonathaltigen Lößproben wird außerdem das Carbonat durch 5%-ige HCl (100ml auf ca. 25g Probenmaterial) entfernt.

¹⁴⁰ Der Vorteil keramischer Platten liegt **Moore & Reynolds (1989)** zufolge in einer besseren Orientierung der Präparate, der Vermeidung von Entmischung durch Sedimentation sowie einer besseren Vergleichbarkeit der Messungen, was besonders für quantitative Vergleiche von Bedeutung ist. Für qualitative Bestimmungen sind Glasobjektträger ausreichend.

¹⁴¹ Die jeweilige Strahlung wird bei den entsprechenden Meßfiles angegeben. Messungen mit Cu-ka- und Co-ka-Strahlung sind durchaus miteinander vergleichbar.

¹⁴² Alternativ ist auch eine Entfernung der organischen Substanz mit 15% NaOCl möglich (vgl. **Dobler & Völkel 1994**).

Tongewinnung

Die von Kittsubstanzen entledigte Tonfraktion wird nach Abschluß dieser Vorbehandlungen über die Sedimentation im Atterbergzylinder gewonnen und mit 0,5m MgCl₂ ausgeflockt.

Magnesiumbelegte Präparate

Ca. 80mg der magnesiumgesättigten Tonsubstanz werden (versetzt mit ca. 5ml H₂O dest.) als homogene Suspension gleichmäßig auf dem Objektträger verteilt. Vor der Messung werden die derart hergestellten Präparate zuerst 48h im Trockenschrank bei 40°C getrocknet und anschließend 48h im Exsikkator (Silica-Gel) auf eine definierte Restfeuchte gebracht.

Quellungspräparate

Das magnesiumbelegte Tonpräparat wird nach der Messung zur Ermittlung des Quellungsverhaltens 72h bei 40°C unter Anlegen eines Vakuums in eine Ethylenglykolatmosphäre gegeben und anschließend unverzüglich gemessen¹⁴³.

Kaliumbelegte Präparate

Das Kontraktionsverhalten der Tonminerale wird durch eine Kaliumbelegung der magnesiumbelegten Tone geprüft. Ca. 400mg der magnesiumgesättigten Tonsubstanz werden mit 25ml einer 1m KCl-Lösung sowie 15 ml H₂O dest. behandelt und über Nacht auf den Überkopfschüttler gegeben. Anschließend wird analog zu den magnesiumbelegten Präparaten verfahren. Auf eine thermische Behandlung kaliumbelegter Tone wird verzichtet.

Die Identifizierung der Tonminerale erfolgt nach den Leitlinien von **Moore & Reynolds (1989)** und **Tributh (1991)**.

4.3.4 Mikroskopische Untersuchungen

Mikroskopische Untersuchungen werden an den Sandfraktionen unter dem Binokular vorgenommen. Im Zentrum der Überlegungen stehen hier pedologisch und stratigraphisch bedeutungsvolle Charakteristika wie Eisen- und Mangankonkretionen, Carbonatausfällungen, Pflanzenreste, etc.. Ebenfalls an frischen Bodenaggregaten des originalen Probenmaterials erfolgt die mikroskopische Betrachtung pedogenetischer Parameter (v.a. Toncutane).

Darüber hinaus wurde mittels der mikroskopischen Holzanatomie an einzelnen größeren, nicht amorphen Holzkohlen eine Taxabestimmung durchgeführt¹⁴⁴.

4.4 Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Feld- und Laborarbeiten sind in Form von Tabellen, Abbildungen und Karten aufbereitet. Alle in den Profilen verwendeten Signaturen sind - soweit nicht anders vermerkt - in einer Sammellegende zusammengefaßt (Beilage 1).

¹⁴³ Probleme mit Quellungen in der Ethylenglykolatmosphäre hängen mit der Instabilität dieses Komplexes unter Raumbedingungen zusammen (**Tributh 1991**).

¹⁴⁴ Bestimmung nach **Schweingruber (1990)**. **Berli et al. (1994)** zeigen die Möglichkeiten der Bestimmung von Holzkohlen für die Rekonstruktion holozäner Umweltveränderungen.

5 Kolluvien, Auenlehme und Böden - Ergebnisse aus dem Lößgebiet bei Regensburg und seinen Randregionen

Anschließend werden die Befunde zur holozänen Relief- und Bodenentwicklung im Untersuchungsgebiet erläutert. Nach der Darstellung entsprechender Ergebnisse aus exemplarischen Talregionen (Kap. 5.1) erfolgt die Vorstellung von Befunden aus dem Lößhügelland (Kap. 5.2). Hier werden insbesondere Fragen der Reliefentwicklung beleuchtet. Auf die holozäne Pedogenese konzentrieren sich die Erläuterungen des anschließenden Abschnittes (Kap. 5.3). Abgeschlossen wird der Ergebnisteil mit Untersuchungen der Landschafts- und Bodenveränderungen anthropogen in vorgeschichtlicher Zeit besonders intensiv genutzter Teilräume, bronze- und urnenfelderzeitlichen Höhensiedlungen an der Donau (Kap. 5.4).

5.1 Holozäne Landschafts- und Bodengeschichte in Tälern des Unterbayerischen Hügellandes

5.1.1 Böden, Kolluvien und Auenlehme - holozäne Landschaftsgeschichte im Tal der Kleinen Laaber bei Geiselhöring¹⁴⁵

Naturräumliche Ausstattung

Die Kleine Laaber gehört zu den autochthonen Flüssen des Tertiärhügellandes, die in nord-östliche Richtung zur Donau entwässern. Das gesamte Niederschlagsgebiet der Kleinen Laaber umfaßt von der Quelle bei Egg¹⁴⁶ bis zur künstlichen Vereinigung mit der Großen Laaber 435km² (**Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 1978, ed.**). Bis zum Pegel Grafentraubach¹⁴⁷ (29km Entfernung von der Mündung), der dem Untersuchungsgebiet am nächsten liegt, beträgt das Einzugsgebiet der Kleinen Laaber 245 km². Die Abflußhauptzahlen (1980-1992) belegen am Pegel Grafentraubach einen Mittelwasserstand (MQ) von 84cm. Die Schwankungsbreite liegt zwischen 59cm¹⁴⁸ und 231cm¹⁴⁹. Bei Geiselhöring¹⁵⁰ erreicht die Talaue als rezenter bis aktuell potentieller Überschwemmungsbereich des Flusses eine Breite von bis zu 600m. Am rezenten Flußlauf läßt sich ein kleiner Uferwall ausmachen. Begrenzt wird die Talaue im Süden durch einen älteren, pleistozänen Terrassenkörper (Hochterrasse nach **Weinig 1980**, Niederterrasse nach **Maier & Schwertmann 1981**), der sich etwa 2m über die Aue erhebt. An der nördlichen Talseite ist dieser Terrassenkörper morphologisch nicht ausgrenzbar. Das Tal zeichnet sich bei Geiselhöring durch eine ausgeprägte SE-Asymmetrie im Sinne von **Karrasch (1970)** aus: Nach Südosten hin steigen die Talhänge recht sanft über verschiedene Verebnungsniveaus von knapp 350m auf über 400m an, während der Anstieg auf der nordwestlichen Talseite bedeutend steiler ist. Die südlichen Talhänge werden fast ausschließlich von Lössen und untergeordnet von Sandlössen eingenommen. Auf der nördlichen Talseite treten Löss, Lößlehme, Flugsande und Sedimente der Oberen Süßwassermolasse (Kiese, Sande, Tone und Mergel) auf (**Maier & Schwertmann 1981, Schmidt o.J.**). Diese unterschiedliche Substratbeschaffenheit dokumentiert sich gleichzeitig in der Landnutzung. Auf der Südseite des Laabertales herrscht ausschließlich intensive ackerbauliche Nutzung, die sich auf der Nordseite lediglich auf wenige lößbedeckte Buchten konzentriert. Die nördlichen Höhen werden fast durchgängig von Fichtenforsten eingenommen. In der Talaue wird vorwiegend Wiesen- und

¹⁴⁵ Standort 9 (Abb. 5).

¹⁴⁶ Ca. 470m NN.

¹⁴⁷ Ca. 10km flußaufwärts des Untersuchungsgebietes in einer Höhe von 365m NN.

¹⁴⁸ Extremes Niedrigwasser (NQ).

¹⁴⁹ Extremes Hochwasser (HQ).

¹⁵⁰ Im Flußlängsprofil betrachtet, befindet sich die Kleine Laaber an dieser Stelle noch in ihrem Mittellauf, dem für flußdynamische Veränderungen sensibelsten Abschnitt (vgl. **Starkel 1991a**).

Weidenutzung betrieben. Der Anteil ackerbaulicher Flächen ist dort gering. Das Bild der heutigen Flußlandschaft ist entscheidend geprägt durch die menschlichen Eingriffe (Flußabzweigungen für Mühlenbetriebe etc.). Auch talquer verlaufende Straßendämme haben den natürlichen Überflutungsraum in der Talaue bedeutend eingeschränkt (vgl. **Thomas 1993: 28**).

Als Böden haben sich auf den nur geringmächtig mit Löß bedeckten, bewaldeten Kuppen Pseudogleye und Podsol-Braunerden aus Flugsanden und Sedimenten der Oberen Süßwassermolasse entwickelt (**Schmidt o.J.**). Die Lößböden zeigen als Konsequenz der langen, intensiven ackerbaulichen Nutzung verschiedene Erosionsgrade (**Maier & Schwertmann 1981**).

Maier & Schwertmann (1981) schätzen den gesamten Bodenverlust an den südlichen Talhängen durch eine großmaßstäbliche Kartierung des Gebietes ab. Sie differenzieren vier Erosionsgrade der Parabraunerden¹⁵¹.

18%¹⁵² davon sind nicht bis schwach erodiert (0-15cm Profilverkürzung), 25% mäßig (15-40cm Profilverkürzung), 21% stark (40-60cm Profilverkürzung) und 15% sehr stark (> 60cm Profilverkürzung). Erodierete Böden nehmen in der Summe einen Flächenanteil von 79% ein, Kolluvien 21%.

Das Erosionsausmaß folgt weitgehend dem Relief (**Maier & Schwertmann 1981: 191**). Geringmächtige Kolluvien (< 100cm kolluvialen Materials) treten hangparallel und zur Terrasse hin auf. In den steileren und engeren Seitentälern ist das Kolluvium meist mehrere Meter mächtig. An den Talausgängen sind entsprechende Schwemmfächer ausgebildet. Wichtigster Faktor für das Ausmaß des Abtrags ist die Hangneigung. Desweiteren nimmt das Erosionsausmaß deutlich mit der Entfernung vom Tal ab. Darüber hinaus spielen Exposition und Nutzungsgeschichte eine bedeutende, modifizierende Rolle (**Maier & Schwertmann 1981**), wobei sich die Autoren zum Alter der Bodenerosion nicht näher äußern. In den erosionsgefährdeten Teilräumen ist gegenwärtig je nach Gefälle und Hanglänge mit jährlichen Abträgen von 10-25t/ha zu rechnen (**Maier & Schwertmann 1981**)¹⁵³.

In der Talaue kartiert **Maier (1980)** großflächig Auengleye und Braune Auenböden aus. Punktuell kommen auch schwarzerdeähnliche Auenböden und Böden aus Almablagerungen vor. Zu den Talrändern hin finden sich vermoorte Vernässungen und Niedermoore.

Aspekte vorgeschichtlicher Besiedlung

Seit dem Neolithikum stellen Flüsse wie die Kleine Laaber die wichtigsten Leitlinien der Besiedlung des Tertiärhügellandes dar (**Böhm 1987**). Rund um die Stadt Geiselhöring liegt ein „für alle vorgeschichtlichen Zeitabschnitte“ guter Forschungsstand vor (**Schaich et al. 1994: 41**). Seit dem Mittelneolithikum handelt es sich um eine intensiv genutzte Landschaft, in weiteren Talabschnitten der Kleinen Laaber sind darüber hinaus bereits linienbandkeramische Siedlungen dokumentiert (**Böhm 1987**). Archäologisch intensiv untersucht wurden vorgeschichtliche Siedlungsareale auf der Terrasse der Kleinen Laaber (vgl. **Maier & Schwertmann 1981**) am südwestlichen Stadtrand von Geiselhöring (**Schaich et al. 1994**). Siedlungsschwerpunkte sind für das Mittelneolithikum (SOB)¹⁵⁴, die Frühbronzezeit, die Ältere Urnenfelderzeit und die Hallstattzeit nachgewiesen (**Schaich et al. 1994, Riedhammer 1997**)¹⁵⁵. Zur

¹⁵¹ Als Solumsmächtigkeit einer normal entwickelten Parabraunerde wird 0,8 bis 0,9m angenommen (**Maier & Schwertmann 1981: 190**).

¹⁵² Flächenanteil.

¹⁵³ Das entspricht 1 bis 2mm jährlichen Bodenabtrag (vgl. **Scheffer & Schachtschabel 1992**).

¹⁵⁴ SOB: Südostbayerisches Mittelneolithikum.

¹⁵⁵ Eine detaillierte Auswertung der Befunde wird gegenwärtig am Landesamt für Denkmalpflege, Außenstelle Landshut durchgeführt.

hallstattzeitlichen Siedlung gehören altersgleiche Grabhügelfelder in der Aue der Kleinen Laaber, so daß sich hier ein typisches hallstattzeitliches Ensemble mit einem Herrenhof in erhöhter Lage und einem Grabhügelfeld in der Flußaue zeigt. Dokumentiert ist gleichfalls eindrucksvoll die keltische Nutzung des Tales in Form zweier Viereckschanzen (vgl. Abb. 10). Die Funktion dieser keltischen Bauwerke, die von Westfrankreich bis Böhmen vorkommen und in Süddeutschland einen Verbreitungsschwerpunkt haben (**Reichenberger 1994**), ist umstritten (vgl. u.a. **Bittel et al. 1990**). Hypothesen und Theorien reichen von Gutshöfen, Verteidigungsanlagen, Viehgehegen über lokale Herrschaftsmittelpunkte mit politischer und religiöser Funktion (**Krause 1995**) bis hin zu kultischen Plätzen (**Reichenberger 1993, Lehmann 1997**). Insgesamt scheint sich ein sehr differenziertes Nutzungsbild mit vielfältigen, heute kaum mehr trennbaren Funktionen zu ergeben (**Wieland 1995**). Sicher ist, daß es sich bei den Viereckschanzen nicht um räumlich isolierte Erdwerke handelt, sondern „um ein Charakteristikum des ländlichen Siedelwesens der Spätlatènezeit“ (**Wieland 1995: 29**), das in das „zeitgenössische Umfeld eingebunden ist“ (**Reichenberger & Schaich 1996**). Sie sind folglich durchaus als ein wichtiger Hinweis auf altersgleiche Siedlungen in der Umgebung zu betrachten. Viereckschanzen weisen meist eine viereckige Grundform auf, die durch Wälle und Gräben abgesetzt ist. Die Zeitstellung der Viereckschanzen ist nicht immer ganz eindeutig, überwiegend jedoch handelt es sich um spätlatènezeitliche Bauwerke, die oftmals durch mehrere Bauphasen gekennzeichnet sind (**Reichenberger & Schaich 1996**). Am nordwestlichen Talrand der Kleinen Laaber liegen zwei Viereckschanzen. Bei der Hinteren Schanze handelt es sich um eine typische, einfach gebaute Anlage. Die Vordere, hier untersuchte Schanze zählt demgegenüber zu den seltenen Annexschanzen (Doppel- und Mehrfachschanzen) (**Reichenberger 1993**). Aufgrund spätlatènezeitlicher Keramik, die 1967 in der Südhälfte der östlichen Kammer der Vorderen Schanze nach einem Windwurf zutage trat, ist sie relativ sicher datiert. „Die Fundumstände sowie das völlige Fehlen sonst üblichen Fundmaterials sprechen gegen einen Siedlungsbefund; dagegen geben sie Hinweis auf kultische Zusammenhänge“ (**Pätzold 1983: 329**). Es ist nicht geklärt, ob diese mehrgliedrige Anlage in einer oder mehreren Bauphasen errichtet wurde (**Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege o.J.a**). Weitere Zeugen vorgeschichtlicher Besiedlung sind Grabhügelfelder unbekanntes Alters nordöstlich der Viereckschanzen und über das gesamte Tal verteilte vorgeschichtliche Siedlungsspuren verschiedener Zeitstufen, die bislang noch nicht vollständig archäologisch bearbeitet wurden (**Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege o.J.b**). Frühmittelalterlichen Alters sind zwei Abschnitts- bzw. Ringwälle südlich und östlich der Viereckschanzen, die das Ensemble archäologischer Befunde in diesem Talabschnitt der Kleinen Laaber vervollständigen.

Im Tal der Kleinen Laaber können auf engem Raum Auenlehme, Kolluvien und Böden als Archive genutzt und mit den archäologischen Befunden zur vorgeschichtlichen Besiedlung verknüpft werden (vgl. Abb. 10).

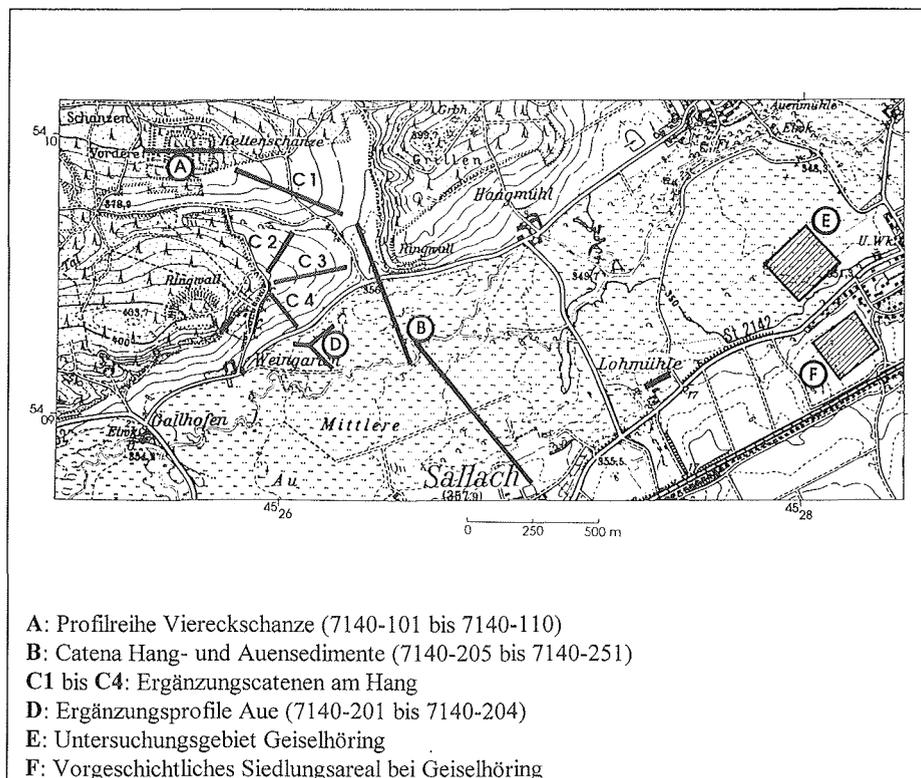


Abb. 10: Standort Kleine Laaber - Übersicht.

5.1.1.1 Die Talauere der Kleinen Laaber

In der Talauere der Kleinen Laaber bei Geiselhöring (vgl. Abb. 11, Foto 1) lassen sich morphologisch und pedologisch *keine* eigenständigen, unterschiedlich alten Auenstufen ausgliedern (s.u.). Es tritt ein durchgängiger, recht einheitlicher Aufbau der Auenlehme zutage. An der Oberfläche wird die Aue durch talparallele Flutmulden geprägt, die rezent durch Entwässerungsgräben genutzt werden. Die Trennung einer Talauere im geologisch-stratigraphischen von einer Talauere im morphologischen Sinne (vgl. Hilgart 1995)¹⁵⁶ ist an der Kleinen Laaber nicht möglich bzw. tritt nicht auf. Anhand eines erbohrten Talquerprofils wird der Aufbau der Aue der Kleinen Laaber vorgestellt und interpretiert.

¹⁵⁶ Hilgart (1995: 195) definiert die Talauere im morphologischen Sinne durch das Kriterium der wiederkehrenden Überflutung, während die Talauere im geologisch-stratigraphischen Sinn durch die Ausdehnung des spätwürmzeitlichen bis holozänen Talauenschotters begrenzt ist. Analog zu diesen Bezeichnungen unterscheidet Hilgart (1995) zwischen Auenstufen (bzw. Auenterrassen) im morphologischen und im geologisch-stratigraphischen Sinne.

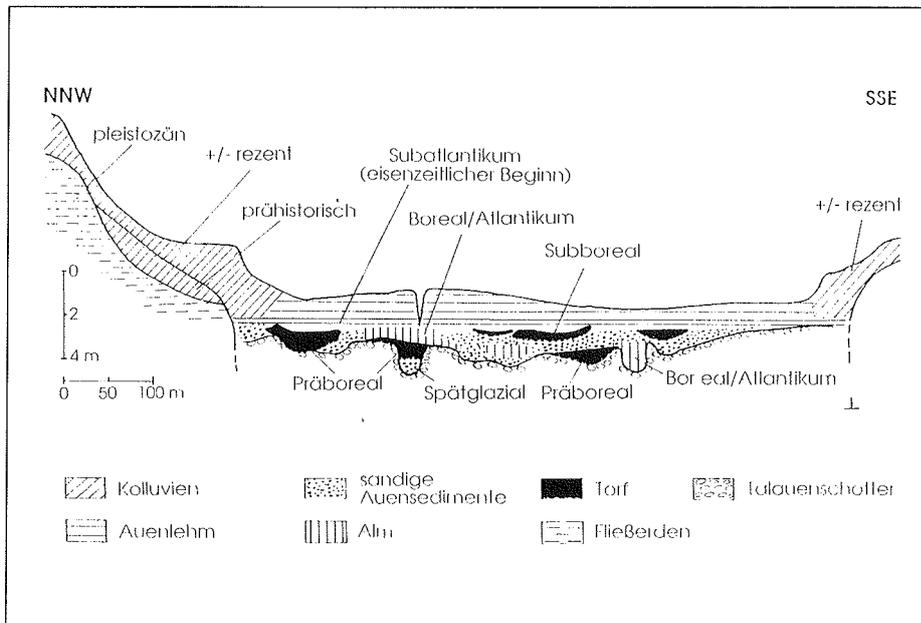
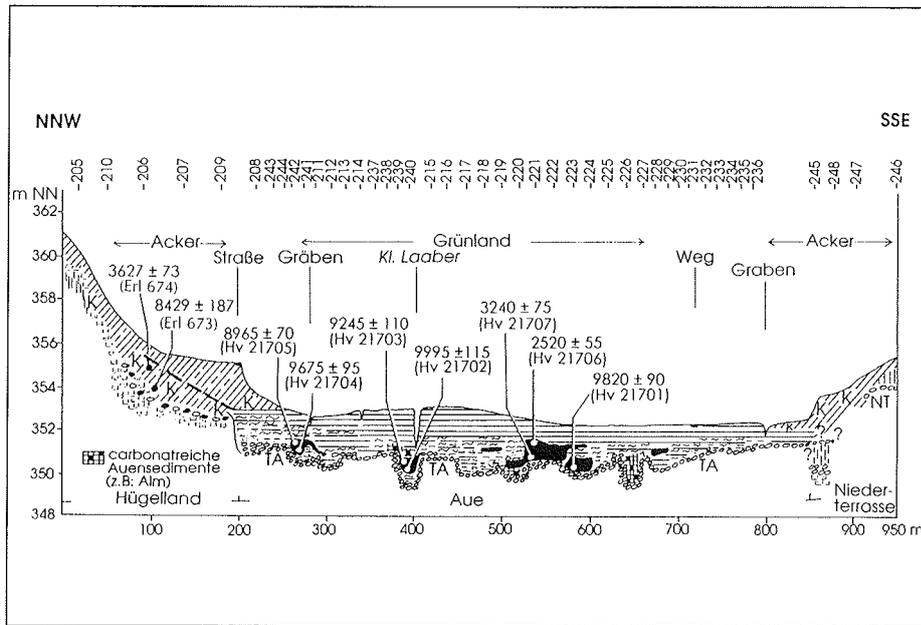


Abb. 11: Sedimentologisch-pedologischer Schnitt durch die Talaue der Kleinen Laaber bei Geiselhöring (oben detaillierte, unten schematische Darstellung).

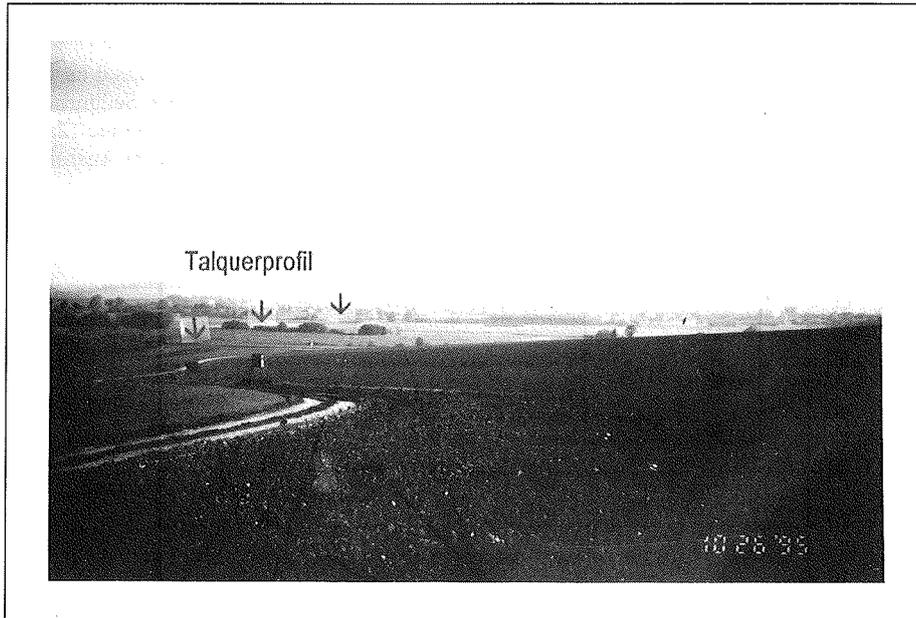


Foto 1: Blick aus nordnordwestlicher Richtung in das Tal der Kleinen Laaber (vgl. Talquerschnitt, Abb. 11). - Rechts im Hintergrund Sallach.

5.1.1.1.1 Aufbau der Sedimente der Talaue

Die Stratigraphie der Talauensedimente setzt mit dem liegenden Talauenschotter¹⁵⁷ ein. Diese vorwiegend quarzföhrnden, meist mittel- bis feinkiesig ausgeprägten Schotter gehen im Hangenden in eine sandigere Fazies über. Die Schotteroberkante zeigt eine ausgesprochen undulierende Oberfläche. Meist liegt sie zwischen 1,8 und 2,0m unter der Oberfläche der Talaue und damit ca. 0,8 bis 1,0m unter der rezenten Sohle der Kleinen Laaber. Die Mächtigkeit dieser Talauenschotter ist nicht bekannt. Mehrfach treten bis zu mehr als 1m tief in den Schotter eingeschnittene Paläorinnen auf, die durch anmoorige bis torfige Füllungen gekennzeichnet sind. Im Extremfall ist die Schotteroberkante erst bei 3,4m unter der Geländeoberkante anzutreffen. Nach SSE im flußfernen Bereich steigt die Schotteroberkante dann auf ca. 1m unter Geländeoberkante an¹⁵⁸. Sie werden in diesem Abschnitt des Talquerprofils direkt von Auenlehmen überlagert (vgl. Abb. 11). In den oberen Bereichen des Schotters und in den hangenden sandigen Auensedimenten finden sich oftmals organische Großreste eingelagert. Auf die Talauenschotter folgen meist lehmig-sandige Auensedimente. Diese basalen Auensedimente zeigen ein weites Korngrößenspektrum, das auf kleinräumig differenzierte Ablagerungsbedingungen hinweist. Abb. 12 zeigt die Korngrößenverteilung dreier ausgewählter, sandiger Auensedimente im Hangenden der Talauenschotter. Die Sandgehalte dieser Auen-

¹⁵⁷ In Abb. 11 wird der im Bereich der Talaue auftretende, um- und abgelagerte Schotter allgemein als Talauenschotter bezeichnet. Damit wird lediglich dessen räumliches Vorkommen in der Talaue beschrieben. Es wird keine weitergehende genetische oder zeitliche Einordnung vorgenommen.

¹⁵⁸ Von den Bohrungen 7140-228 bis 7140-232 verändert sich die Tiefe der Schotterobergrenze nach Süden von 2,0m unter Geländeoberkante auf 1,0m unter Geländeoberkante, um dann konstant in diesem Tiefenbereich zu bleiben.

sedimente können bis zu 76% betragen (7140-217/13), wobei in der Regel die Feinsandgehalte zum Hangenden hin auf Kosten der Mittel- und Grobsandanteile zunehmen.

Die sandigen Auensedimente sind meist sehr schwach humos bis humos. Ihr Anteil an organischer Substanz beträgt normalerweise weniger als 3%. Die Grundfarbe der Sedimente ist grau (5Y 5/1), wobei Variationen ins bläulich-graue (10BG 5/1) und ins oliv-graue (2,5GY 5/1) vorkommen. Großenteils sind diese Sedimente carbonatfrei, bei den wenigen Ausnahmen rührt der geringe Carbonatgehalt meist von aufgeriebenen Molluskensplittern her.

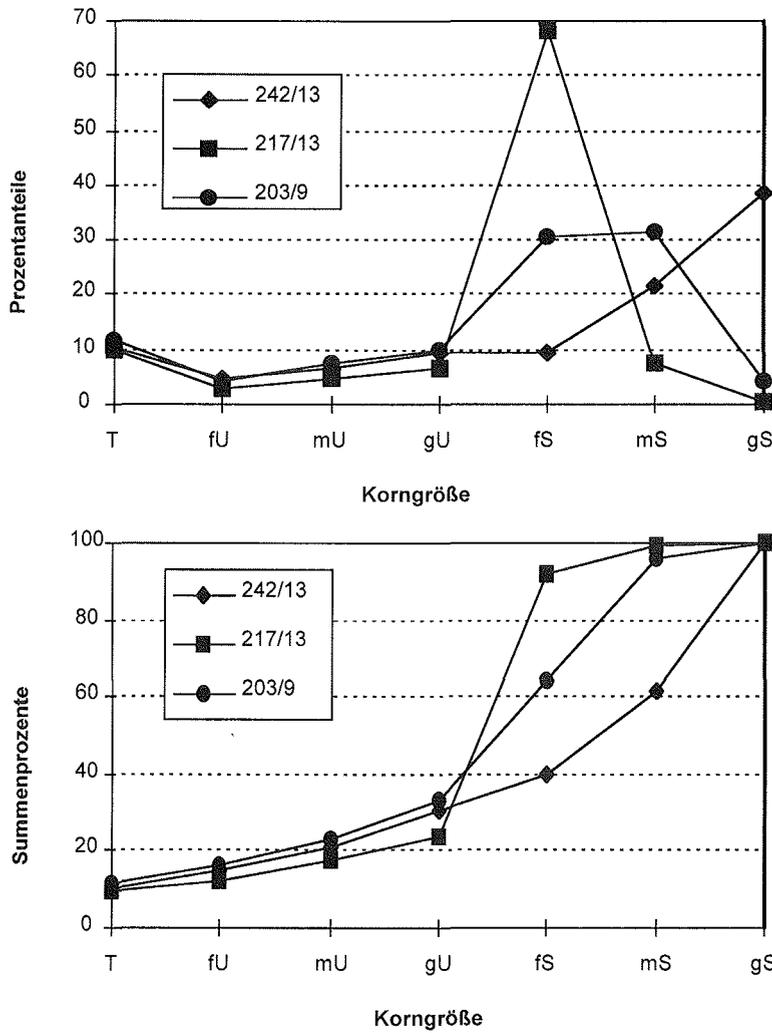


Abb. 12: Korngrößenverteilungen und Korngrößensummen sandiger Auensedimente aus dem Tal der Kleinen Laaber.

Im Bereich der Paläorinnen liegt über diesem sandigen Sedimentpaket, das mittlere Mächtigkeiten von 30 bis 40cm hat, zumeist ein Anmoor-Torf-Paket. Dessen minerogener Anteil besteht vorwiegend aus tonig-lehmigen Feinsedimenten, die wahrscheinlich bei Hochflutereignissen und als Spülsedimente zur Ablagerung kamen (vgl. **Hilgart 1995: 191**).

In Profil 7140-223 (vgl. Kap. 9.1.1.2) wurde die granulometrische Zusammensetzung des minerogenen Anteils eines entsprechenden Anmoors bestimmt. Es handelt sich um einen schluffigen Ton mit ca. 50% Schluff- und 40% Tonanteil. Bedingt durch den hohen, verkittend wirkenden Anteil an organischer Substanz mit 14,2%, ist der Tongehalt in der Realität etwas höher (vgl. **Völkel 1995**).

Die organischen bis organomineralischen Ablagerungen erreichen in Abhängigkeit von der Rinnentiefe Mächtigkeiten bis zu mehr als 1,5m (Profil 7140-240a/b). Im Talrandbereich kommen analoge Vermoorungen vergleichbarer Mächtigkeiten (Profil 7140-202) vor. Außerhalb der Rinnen geht die anmoorig-torfige Feinsedimentdecke in humose Auensedimente über, die in lehmiger bis sandiger Fazies auftreten können.

Die Gehalte an organischer Substanz in diesen Anmoor-Torf-Komplexen können mehr als 50% erreichen (Profil 7140-240a/b, 7140-242), sie liegen in Rinnenpositionen in der Regel jedoch bei ca. 20 bis 30% (vgl. Profil 7140-228).

Die Abfolge Talauenschotter - sandiges Auensediment - Anmoor-Torf-Paket ist die „Normalabfolge“ der Sedimente in den Paläorinnen. Wie sich an Profil 7140-223 (vgl. Kap. 9.1.1.2) allerdings auch belegen läßt, können die sandigen Auensedimente fehlen und organische Sedimente direkt dem Schotter aufliegen.

Profil 7140-223 zeigt insofern weitere Besonderheiten, da dem Schotter hier eine fast reine Holzlage folgt, die u.a. aus Kiefern besteht. Der Zersetzungsgrad dieser mehr als 0,5m mächtigen Holzlage zwischen 1,7 und 2,3m unter Geländeoberkante nimmt nach oben hin stetig zu, bis sie schließlich in einen Anmoor (24,6% org. Substanz) übergeht. Der Anmoor, geringmächtig durch tonig-schluffige minerogene „Zwischensedimente“ unterbrochen, reicht bis ca. 0,9m unter die Geländeoberkante.

Ferner treten vereinzelt direkt über dem Schotter (mittel) humose, sandig-schluffige (mehlige), extrem carbonatreiche¹⁵⁹ Sedimente auf, die meiner Ansicht nach als Almbildungen zu interpretieren sind.

Alm ist eine ursprünglich bayerische Bezeichnung für Wiesenkalk (**Jerz 1983: 292**). Die Bildung dieser Kalkabsätze steht mit Quellaustritten von stark carbonathaltigem Wasser in Verbindung (**Jerz 1993**). Der Alm ist in seiner typischen Ausbildung sehr mehlig. Hauptbildungszeit des südbayerischen Alm ist das Atlantikum, wobei es aber bereits im Boreal lokal zu verstärkten Ausfällungen kommen kann (**Jerz 1993: 137**). Eine ausführliche Zusammenstellung zum Vorkommen und zum Alter des Alm in Südbayern liefert **Jerz (1983)¹⁶⁰**.

Zum Alter der Anmoor-Torf-Komplexe liegen sieben ¹⁴C-Datierungen vor¹⁶¹. Sechs dieser Datierungen wurden an organischem Material durchgeführt, eine an einem Kiefernast (vgl. Tab. 9, Tab. 10)¹⁶².

Die Radiocarbonalter an der Basis der organischen Rinnenfüllungen weisen auf einen Beginn des Torfwachstums frühestens am Ende der Jüngeren Tundrenzeit, mit Sicherheit jedoch zu

¹⁵⁹ Carbonatgehalt in Probe 7140-220/1: 66,5%.

¹⁶⁰ Einzelvorkommen beschreiben u.a. **Jerz et al. (1975: 117)** aus dem Stadtgebiet von Memmingen.

¹⁶¹ Diese Datierungen wurden vom ¹⁴C-Laboratorium des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung erstellt.

¹⁶² In Tab. 9 sind lediglich die Daten der älteren, präborealen Anmoore, Torfe und Hölzer zusammengefaßt.

Beginn des Präboreals hin. Die Daten belegen ferner ein ähnliches Verlandungsalter dieser unterschiedlich tief in den Talauenschotter reichenden Rinnen (vgl. Tab. 9, Abb. 11). Das Alter aus Profil 7140-240a (Hv 21702) zeigt allerdings nicht den Beginn des Torfwachstums an, sondern lediglich eine frühe Phase, bzw. den Übergang von der Anmoorzur Torfbildung. Hier kann der Bildungsbeginn des organischen Komplexes möglicherweise noch in der Jüngeren Tundrenzeit angesetzt werden.

Probennummer	Labornummer	Datiertes Material	Tiefe (in cm)	$\delta^{13}\text{C}$ [‰]	Konventionelles ^{14}C -Alter (68% [1 sigma])	Kalibriertes Alter
7140-223/4	Hv 21701	Holz (aus Holzlage, die direkt dem Talauenschotter aufliegt)	190-210	-27,0	9820±90	cal BC 9060-9010
7140-240a/2	Hv 21703	organisches Material (oberer Teil der organischen Füllung)	240-250	-28,7	9245±110	cal BC 8405-8090
7140-240a/3	Hv 21702	organisches Material (unterer Teil der organischen Füllung)	265-275	-29,6	9995±115	cal BC 9810-9050
7140-242/8	Hv 21705	organisches Material (Top der organischen Füllung, Torf)	165-180	-28,3	8965±70	cal BC 8040-7955
7140-242/11	Hv 21704	organisches Material (anmoorige Basis der organischen Füllung)	210-220	-29,1	9675±95	cal BC 9030-8630

Tab. 9: ^{14}C -Datierungen an organischer Substanz und Holz (Aue der Kleinen Laaber) (I).

Aus den Daten läßt sich annäherungsweise eine Geschwindigkeit des Torfwachstums von 4-6cm/100a ableiten¹⁶³. Nimmt man diese Wachstumsrate auch für die basalen Teile des Anmoors von Profil 7140-240a an, so dürfte der Beginn der organischen Verfüllung dieser tiefsten Rinne etwa auf 10.500 bis 11.000 BP (^{14}C) zu datieren sein. Eine ähnliche Einschränkung ist auch für die Datierung des Kiefernastes in Profil 7140-223 anzunehmen. Das ^{14}C -Alter von 9820±90 BP beschreibt ebenfalls nicht den Beginn der organischen Rinnenfüllung, sondern nur ein frühes Entwicklungsstadium. Auch hier ist damit die beginnende Verlandung der Rinnen mit dem Wachstum organischer Pakete bereits in der Jüngeren Tundrenzeit nicht ausgeschlossen¹⁶⁴. Ein eindeutiges Alter gibt dagegen Profil 7140-242 für den Beginn des Anmoor-Torf-Wachstums mit 9675±95 BP (^{14}C). Diese Probe liegt nicht direkt dem Schotter der Talau auf, sondern ist durch ältere, im oberen Teil humose, im unteren Teil sandige Auensedimente in einer Mächtigkeit von 0,4m vom Schotter abgesetzt. Entsprechend dazu können die sandigen Auensedimente noch als Ausdruck der fluvialen Bedingungen in der Jüngeren Tundrenzeit gedeutet werden.

Präboreale Anmoore und Torfe beschreibt u.a. **Hilgart (1995)** in Paläorinnen der Ältesten Auenstufe der Altmühl. Dort ist „der Beginn des Torfwachstums nach den Ergebnissen der Pollenanalysen [darüber hinaus gestützt durch ^{14}C -Datierungen] frühestenfalls ans Ende der Jüngeren Tundrenzeit, wahrscheinlicher aber ins beginnende Präboreal zu stellen. Das Ende des Torfwachstums ist [...] auf den Zeitraum ausgehendes Boreal/frühes Atlantikum eingrenzbar“ (**Hilgart 1995: 194**).

¹⁶³ Diese Angaben stellen nur sehr grobe Annäherungen dar (vgl. **Küster 1995b: 31**). Sedimentationsraten von 1cm/20-25a können aber als durchaus realistische Bezugswerte betrachtet werden. **Grosse-Brauckmann (1980: 131)** geht von einer mittleren jährlichen Schichtdicke von etwa 0,5mm, unter günstigen Umständen von 1 bis 1,5mm/a aus.

¹⁶⁴ Nach **Starkel (1991b: 235)** kann der Beginn des Postglazials auf 10.300 bis 10.000 BP (^{14}C) festgelegt werden.

Durch zwei Absolutdatierungen kann bei Geiselhöring auch das Ende dieser älteren Anmoor-Torfbildung datiert werden. In Profil 7140-242 ist die Bildung des ca. 0,7m mächtigen Anmoor-Torfkomplexes mit einem Alter von 8965 ± 70 BP (^{14}C) bereits an der Wende Präboreal/Boreal abgeschlossen (7140-242/11). Ein vergleichbares Alter liefert auch Probe 7140-240a/2 mit einem Alter von 9245 ± 110 BP (^{14}C)¹⁶⁵. Die mit organischen Feinsedimenten verfüllten Paläorinnen reichen bis zu 2m unter die Sohle der rezenten Laaber. Überlagert werden die präborealen Torfe an einigen Stellen der Talau von Almbildungen. Sehr deutlich ausgeprägt sind diese Kalkablagerungen in Profil 7140-240a/b (vgl. Kap. 9.1.1.2). Mit Abschluß der Torfbildung nimmt der Carbonatgehalt in diesem Profil kontinuierlich zu.

Bereits an der Obergrenze des fnHw-Horizontes im Profil 7140-240a/b mit 50,2% organischer Substanz beginnt der CaCO_3 -Gehalt auf 10,4% anzusteigen. Innerhalb weniger Zentimeter geht der Gehalt an organischer Substanz über 25,7% auf 15,2% und 9,9% zurück, während sich gegenläufig der CaCO_3 -Gehalt von 32,2% auf 70,9% bzw. 70,2% erhöht. Die Mächtigkeit der Almbildungen beträgt durchschnittlich 0,3m (Profile 7140-220, 7140-240a/b). Sie erreicht im Extremfall aber bis zu 1,5m (Profil 7140-226). Diese Almsedimente sind auf wenige Positionen in der Talau beschränkt (Profile 7140-213, 7140-220, 7140-239 und 7140-240). Die Erklärung der Almvorkommen im Tal der Kleinen Laaber bereitet keine Schwierigkeiten. Die für ihre Bildung notwendigen, carbonathaltigen Wässer lassen sich mit dem Vorkommen extrem carbonatreicher tertiärer Mergel begründen (vgl. **Maier & Schwertmann 1981**). Diese Mergel, die auch am nördlichen Anstieg des Laabertales in geringer Tiefe vorkommen, weisen CaCO_3 -Gehalte von bis zu 50% auf (Profil 7140-205) und sind damit erheblich carbonatreicher als die Lössse des Standortes (In Profil 7140-105 treten Lössse mit CaCO_3 -Anteilen von 18-19% auf. Ähnliche Carbonatgehalte von Sandlössen beschreibt auch **Schmidt (o.J.)**).

Das Maximalalter der Almsedimente ist durch die ^{14}C -Datierungen der liegenden Torfe ins Boreal zu stellen. Ihr Minimalalter ist aufgrund der randlichen Überdeckung des Almvorkommens in Profil 7140-220 durch einen jüngeren Anmoor-Torf-Komplex (Profil 7140-221) (vgl. Tab. 10) vorgegeben.

Probennummer	Labornummer	Datiertes Material	Tiefe (in cm)	$\delta^{13}\text{C}$ [‰]	Konventionelles ^{14}C -Alter (68% [1 sigma])	Kalibriertes Alter
7140-221/7	Hv 21706	organisches Material (oberer Teil der organischen Füllung)	110-130	-28,3	2520 ± 55	cal BC 790-530
7140-221/13	Hv 21707	organisches Material (Basis der organischen Füllung)	225-235	-30,0	3240 ± 75	cal BC 1600-1420

Tab. 10: ^{14}C -Datierungen an organischer Substanz (Aue der Kleinen Laaber) (II).

In Profil 7140-221 ist eine, im Vergleich zu den bisher geschilderten Befunden, jüngere Paläorinne erbohrt. Auf den Schotter der Talau folgt hier in einer Tiefe von 2,35m übergangslos ein schwarzer (2,5GY 2/1), organischer Horizont (fnHw) mit einer Vielzahl nur schwach zersetzter Pflanzenreste. Das 1,4m mächtige organische Paket greift randlich über das in Profil 7140-220 in einer Paläorinne befindliche Alm-Vorkommen hinweg und datiert damit dessen Mindestalter. Der Bildungsbeginn des jüngeren organischen Komplexes liegt bei 3240 ± 75 BP (^{14}C) und damit bereits im (Mittleren) Subboreal. Die weiteste zeitliche Einordnung der Almvorkommen bei Geiselhöring ist demnach zwischen 9245 ± 110 BP (^{14}C) und 3240 ± 75 BP (^{14}C). Somit kann die Almbildung zwischen dem Boreal und dem Subboreal erfolgt sein. Die

¹⁶⁵ Mit dieser Datierung ist nicht der Abschluß der Torfbildung datiert, sondern nur eine Endphase. Da das Profil von carbonatreichen Sedimenten überdeckt ist, war es zur Minimierung des „alterserhöhenden“ Hartwassereffektes (vgl. **Wagner 1995: 84**) notwendig, einen entsprechenden Abstand zu den hangenden carbonathaltigen Sedimenten einzuhalten.

genannten Befunde lassen es allerdings wahrscheinlich erscheinen, daß der Zeitraum der Almbildung auf das Boreal und das Atlantikum einzugrenzen ist (vgl. Jerz 1983, 1993). Allerdings ist nicht völlig auszuschließen, daß die räumlich nicht zusammenhängenden Almvorkommen kein gemeinsames Alter haben. Einen wichtigen Hinweis in diese Richtung gibt die unterschiedliche Tiefenlage der einzelnen Almvorkommen, die zwischen 1,5m und 2,8m unter Geländeoberkante schwanken kann. Möglicherweise spielen dabei auch relativ kurzfristige Schwankungen des Paläo-Grundwasserspiegels eine Rolle.

Neben Paläorinnen, die im Präboreal der Vertorfung anheim gefallen sind, tritt, wie gezeigt, darüber hinaus eine Paläorinne in Erscheinung, die erst im Mittleren bis Jüngeren Subboreal mit organogenen Sedimenten aufgefüllt wurde. Das Ende ihrer Vertorfung ist bei 2520 ± 55 BP (^{14}C) anzusetzen. Zu seinen Rändern geht dieser Torfkomplex in ein humoses Auensediment über. Die Basis der jüngeren Paläorinne liegt dabei kaum über dem Niveau der älteren Paläorinnen, mit Ausnahme der tiefsten Rinne (Profil 7140-240a/b).

Buch (1990: 52) stellt im Raum Oberau bei Straubing den Beginn einer Torfbildung in Paläorinnen um 3250 ± 65 BP (^{14}C) fest. Er weist allerdings darauf hin, daß „kaum genau abzuschätzen [ist], wie sich die Lage der Paläorinnen in bezug auf eine nahe bzw. ferne Position zum damals aktiven Flußlauf konkret auf die Hochflutsedimentation innerhalb der Paläorinnen ausgewirkt hat“ (**Buch 1990: 52**). Die Torfbildung in Paläorinnen wird demnach „infolge der Überlagerung mit minerogenen Sedimenten um 2545 ± 65 BP (^{14}C) [...] beendet“ (**Buch 1990: 53**)¹⁶⁶. Dieser Torfbildung muß eine relativ starke Eintiefung des Flusses in einem einfadig-mäandrierenden bis einfadig-gewundenen System vorangegangen sein.

Beendet wird die subboreale Torfbildung in der „jüngeren“ Paläorinne (Profil 7140-221) durch den Beginn der Auenlehmbildung. In gleicher Weise greifen die Auenlehme auch über die älteren Rinnen bzw. - falls vorkommend - die Almbildungen hinweg. Dies belegt eindeutig, daß sich die Kleine Laaber vom Boreal bis ins Subboreal in etwa auf gleichem Niveau, ca. 1 bis 1,2m unter der rezenten Geländeoberkante bewegt, unterbrochen von einer starken Einschneidungsphase vor Beginn der jüngeren Torfbildung.

Die Auenlehme der Kleinen Laaber erreichen durchschnittliche Mächtigkeiten von 0,9 bis 1,2m. Der zeitliche Beginn ihrer Ablagerung ist auf ca. 2500 BP (^{14}C) datierbar.

Für einen eisenzeitlichen (späthallstatt-/frühlatènezeitlich?) Beginn der Auenlehmbildung im Tal der Kleinen Laaber sprechen folgende Ergebnisse:

- 1) Das Ende der subborealen Torfbildung und ihre unmittelbare Überdeckung mit Auenlehmen.
- 2) Schwemmfächersedimente der südlichen Talseite, die auf 2338 ± 45 BP (^{14}C)¹⁶⁷ datiert sind und dem Schotter der Talau direkt aufliegen (vgl. Abb. 11 und Kap. 5.1.1.4).
- 3) Hallstattzeitliche Grabhügel in der Laaberaue, deren Grundlinie etwa mit der Basis der Auenlehme zusammenfällt¹⁶⁸.

Allgemeine Charakterisierung der Auenlehme

Bei den subatlantischen Auenlehmen handelt es sich vorwiegend um schluffig-tonige, tonig-lehmige und tonig-schluffige Sedimente. Das Korngrößen-Maximum der Auenlehme liegt, von wenigen Ausnahmen abgesehen, im Ton-Bereich (vgl. Abb. 13)^{169/170}. Die Tongehalte betragen

¹⁶⁶ Oberau II-Mäander (Oberste Auenstufe, prä IIA).

¹⁶⁷ AMS-Datierung an Holzkohlefaltern (Universität Erlangen).

¹⁶⁸ Ein hallstattzeitliches Schwert (Ältere Hallstattzeit Ha C) aus einem Hügelgrab der Laaberaue lag an der Basis dieser Auenlehme. Archäologische Bearbeitung des Befundes: K. Böhm, M.A. (Kreisarchäologie Straubing-Bogen).

¹⁶⁹ Ton wird an dieser Stelle mit den Einzelfraktion der Schluff- und Sandfraktion verglichen (vgl. Abb. 13).

im Durchschnitt¹⁷¹ 41% (Max. 58%, Min. 16%)¹⁷². Schluffe sind mit durchschnittlich 50,3% (Max. 69,9%, Min. 36,1%) am Aufbau der Auenlehme beteiligt, Sande mit einem mittleren Wert von 8,3% (Max. 32,0, Min. 0,5%). Außer in einigen Sonderfällen, die vor allem die aAh-Horizonte betreffen und damit direkt mit jüngsten, aktiven anthropogenen Eingriffen in die Flußlandschaft zu verknüpfen sind, führen die Auenlehme kaum Skelettanteile in Form kiesiger Bestandteile mit sich.

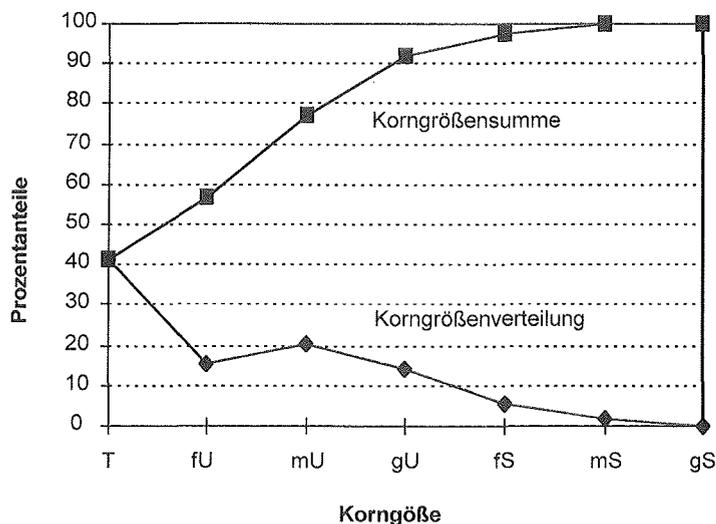


Abb. 13: Korngrößenverteilung und Korngrößensumme der Auenlehme im Tal der Kleinen Laaber (n=48).

In der Regel sind die Auenlehme der Kleinen Laaber carbonatfrei. Stellenweise treten auch carbonatarmer bis carbonathaltige Sedimente auf, wobei die Carbonatgehalte vorwiegend auf eingearbeitete Molluskenreste zurückgeführt werden können¹⁷³. Eine erste Differenzierung der Auenlehme¹⁷⁴ über ihren Carbonatgehalt ist deshalb nicht möglich. Der Gehalt an organischer Substanz beträgt durchschnittlich ca. 3% (Max. 8,7%, Min 0,7%). Hinsichtlich ihrer Bodenreaktion befinden sich die Auenlehme im vorherrschend schwach sauren Milieu mit pH(CaCl₂)-Werten zwischen 5,4 und 7,5 bei einem Median von 6,5.

Nach Hilgart (1995: 193, Abb. 31) weisen die Hochflutsedimente der Altmühl im Vergleich zu jenen der Donau höhere primäre Ton- und Humusgehalte auf. Die Tongehalte unverwitterter Altmühlhochflutsedimente

¹⁷⁰ Lipps (1988: 80) begründet den hohen Tongehalt von Auenlehmen damit, daß dank der Bewaldung der Aue die Fließgeschwindigkeit der sich ausbreitenden Hochwässer relativ gering ist und es so zu vorwiegend toniger Sedimentation kommt.

¹⁷¹ Arithmetisches Mittel (n=48). In diesem Probenkollektiv sind neben den „eigentlichen“ Auenlehmen auch die jüngeren, humosen Auensedimente (fAh*Gr) mit aufgenommen.

¹⁷² Die obersten ca. 20cm des Auenlehmes sind zumeist durch geringere Tongehalte gekennzeichnet.

¹⁷³ Besonders deutlich ist dies in Probe 228/4 mit 17,6% CaCO₃, wobei hier auch Mergelbestandteile auftreten können.

¹⁷⁴ Rother (1989b: 37) differenziert an der Ilme in Südniedersachsen einen carbonathaltigen Jüngeren Auenlehm, den er als Hinweis auf „ein Übergreifen der Bodenerosion auf die kalkhaltigen Horizonte der Lößböden“ interpretiert und einen carbonatfreien Älteren Auenlehm. Der Carbonatgehalt stellt dort das wichtigste Unterscheidungskriterium der unterschiedlich alten Auenlehme dar.

bewegen sich zwischen 15 und 40%, die der Donauhochflutsedimente im Raum zwischen Kelheim und Regensburg betragen lediglich 5 bis 15%. Darüber hinaus liegen die Humusgehalte in den Hochflutsedimenten der Altmühl zwischen 1 und 1,5%, in den Hochflutsedimenten des genannten Donauabschnittes bei „meist deutlich unter 1%“ (Hilgart 1995: 193). Sowohl an der Altmühl als auch an der Donau sind diese Sedimente carbonatreich. An der Altmühl führen sie ca. 20% Carbonat, an der Donau regelmäßig über 30%. Buch (1990: 62-64) stellt Auenprofile der Donau im Raum Straubing vor. Die Hochflutsedimente zeigen Tongehalte um 20%, Carbonatanteile von bis zu mehr als 30% sowie Humusgehalte von meist weit unter 5%. Im Vergleich zu diesen Hochflutsedimenten sind die Sedimente der Kleinen Laaber durch ihre Carbonatfreiheit sowie ihre hohen Tongehalte charakterisiert.

Die Farbe der Auenlehme ist sehr stark durch die Grundwasserbeeinflussung bzw. den Humusgehalt geprägt. Unterhalb des meist braunen (10YR 4/4) bis dunkelbraunen (10YR 3/3) aAh-Horizont folgt ein brauner (10YR 4/4) bis matt gelblich-brauner (10YR 5/3) aM-Horizont und ein brauner (7,5YR 4/4) bis rötlich-brauner (5YR 4/8) Go-Horizont, der von einem bräunlich-grauen (10YR 5/1) Gr-Horizont abgelöst wird. Schließlich geht dieser Horizont in einen dunkelbraunen (10YR 3/2), zunächst noch organomineralischen Horizont über, der in Paläorinnenpositionen von den genannten, schwarzen (2,5GY 2/1) Anmoor-Torfkomplexen unterlagert wird.

Bei den Böden der Aue handelt es sich, in Abhängigkeit von der Mächtigkeit der einzelnen Horizonte, um Auengleye, Vega-Gleye, Gley-Vegen und Vegen. Der Grundwasserspiegel liegt rezent zwischen 0,7 und 1,1m unter Geländeoberkante. Hinweise auf terrestrische Bodenbildungen in der Aue, die von der Vega über die Braunerde bis hin zur Parabraunerde führen können, finden sich in der Aue der Kleinen Laaber nicht. Die hydromorphen Merkmale sind in den Bohrungen nicht immer eindeutig zu bewerten. Bedingt durch die hohen Tongehalte der Auenlehme treten zu den Grundwasserzeichen Staunässeerscheinungen hinzu.

In horizontaler Erstreckung sind die Auenlehme nur wenig differenziert. Fazies-Unterscheidungen in der Auenlehmbildung sind kaum möglich. Die an bestimmten Stellen auftretenden fAh*G-Horizonte innerhalb der subatlantischen Auenlehme kommen nicht als ein durch die gesamte Aue ziehender Leithorizont vor: Sie geben keine Hinweise auf übergreifende Stabilitätsphasen bzw. Zäsuren im Laufe der subatlantischen Auenlehmsedimentation. Eher weisen diese humosen Horizonte mit Anteilen an organischer Substanz zwischen 3,5 und 9% auf eine Ablagerung in flachen Rinnen bzw. Hochflutmulden hin. Entsprechende Möglichkeiten der spontanen Mäanderbildung und des Verlassens von Altarmen sind in der Aue der Kleinen Laaber bereits aufgrund der großen Talbreite gegeben¹⁷⁵. Zu ihren Randbereichen hin gehen diese humosen Feinsedimentablagerungen in weniger humose, aber weiterhin schluffig-tonige Sedimente über. Die insgesamt relativ gleichbleibenden hohen Anteile an organischer Substanz in den Hochflutlehm¹⁷⁶ können auch als Beleg einer recht langsamen, kontinuierlichen Sedimentation betrachtet werden. Prinzipiell ist damit von einer *eingliedrigen* Auenlehmdecke auszugehen, die pedologisch nicht weiter untergliedert werden kann. Allerdings weisen die granulometrischen Ergebnisse auf (schwache) Veränderungen im Sedimentationsgeschehen innerhalb der Talau¹⁷⁷.

¹⁷⁵ Allen (1970: 134) bezeichnet das spontane Aufgeben bestimmter Talbereiche als „avulsion“: „But the most dramatic changes occur by avulsion, which is the sudden shifting of a whole stream course [...]“

¹⁷⁶ In Bereichen außerhalb der fAh*G-Horizonte und ohne Einbeziehung der humoseren, oberflächlichen aAh-Horizonte.

¹⁷⁷ In den Profilbeschreibungen wird versucht, diesem Sachverhalt durch Schichtkennzeichnungen I, II, III... Rechnung zu tragen.

Einzelprofile aus der Aue der Kleinen Laaber

Anhand mehrerer Einzelprofile, von denen die laboranalytischen Standardwerte vorliegen, wird der Aufbau der Talau nachfolgend eingehender dargestellt.

*Talauenprofile 7140-201 bis 7140-204*¹⁷⁸

Die Profile 7140-203 (Kl. Laaber 3) und 7140-204 (Kl. Laaber 4) (vgl. Kap. 9.1.1.2) befinden sich am nördlichen Rand der Talau der Kleinen Laaber und vermitteln bereits zu den Profilen der Hangkolluvien (vgl. Kap. 5.1.1.2). Beim liegenden Schotterkörper, etwa 2m unter der Geländeoberkante handelt es sich um einen Mittelkies, der in der Feinerdefraktion einen lehmigen Sand führt. Teilweise zeigt dieser Schotter kiesärmere Bänder (Probe 204/12). Insgesamt nimmt der Feinerdeanteil jedoch nach unten hin stark ab. Überdeckt wird der Schotterkörper im talrandnäheren Profil 7140-204 von einem fast skelettfreien, sehr schwach humosen, carbonathaltigen bis carbonatreichen Sediment¹⁷⁹, das auch den liegenden Schotter sekundär aufgekalkt hat. Seiner Korngrößenzusammensetzung nach handelt es sich hier um ein Lößsubstrat¹⁸⁰. Dieses direkt dem Schotter aufliegende Material findet sich auch ca. 200m Meter flußabwärts in einer allerdings nur sehr geringen Mächtigkeit von 0,1m im Liegenden des Profils 7140-202 (Kleine Laaber 2) (vgl. Kap. 9.1.1.2). Dort liegt dieses Sediment ebenfalls direkt dem Talauenschotter auf und wird von sandig-kiesigen Sedimenten überdeckt. Im Hangenden folgt in Profil 7140-202 anschließend ein knapp 2m mächtiges Torfpaket, das auf das großflächige Vorkommen eines Talrandmoores hinweist¹⁸¹. Die Überdeckung durch das sandig-kiesige Auensediment, das an anderen Orten in der Aue ausschließlich in einer stratigraphischen Position über dem Talauenschotter und unter den älteren, präborealen Vermoorungen vorzufinden ist, ermöglicht es, das carbonathaltige, lößbürtige Sediment zeitlich einzuordnen¹⁸². Es handelt sich um einen wahrscheinlich spätglazialen Schwemmlöß (vgl. Jerz 1991). In Profil 7140-203, etwa 50m weiter vom Talrand entfernt ist dieses Sedimentpaket nicht mehr anzutreffen. Hier tritt lediglich ein mittel- bis feinsandiges Auensediment auf, das nach unten hin kontinuierlich in den Schotter übergeht.

Im Hangenden des sandigen Auensedimentes in Profil 7140-203 sowie im Hangenden des Schwemmlösses in Profil 7140-204 folgen jeweils tonig-lehmige bis schluffig-tonige, humose Auensedimente¹⁸³ (fAh*Gr), die in Profil 7140-203 ungefähr 0,75m Mächtigkeit erreichen. In Profil 7140-204 sind diese humosen Auensedimente durch ein 0,45m mächtiges, dunkel oliv graues (SGY 4/1), stärker mineralisches „Zwischensediment“ weiter untergliedert, während sie in Profil 7140-203 durch nach unten hin zunehmende Gehalte an organischer Substanz und Ton gekennzeichnet sind. Die humosen Auensedimente weisen in beiden Profilen eine hohe Anzahl pflanzlicher Makroreste auf. Darüber folgt der eigentliche, sowohl in Profil 7140-203 als auch in Profil 7140-204 mit 0,6m recht geringmächtig ausgeprägte, schwach humose, schluffig-tonige Auenlehm, der durch eine starke Marmorierung gekennzeichnet ist. In Profil 7140-203 läßt sich der Auenlehm granulometrisch weiter differenzieren. Die Horizontabfolge wird im talrandnäheren Profil 7140-204 durch ein stärker sandiges Sediment abgeschlossen, das aufgrund seiner Korngrößenverteilung wahrscheinlich bereits kolluvialen Ursprungs ist.

Profil 7140-201 (vgl. Abb. 14) liegt ca. 50m südlich des Profils 7140-203 und etwa 10m nördlich des rezenten Laufes der Kleinen Laaber. In diesem Profil konnte der liegende Talauenschotter nicht erbohrt werden.

An der Basis der Bohrung in 3,8m Tiefe liegt ein fluviatil weiter umgelagerter Schwemmlöß (7140-201/15 bis 7140-201/16), der von sandigen, carbonathaltigen Auensedimenten überlagert wird, die nach oben hin in einer, ca. 0,2m mächtigen Kieslage (7140-201/12) enden. Möglicherweise handelt es sich hier um eine nur kleinräumig feststellbare kiesige Umlagerung in einer Paläorinne¹⁸⁴. Darüber folgen granulometrisch trennbare, graue, sandige, lehmig-sandige bis sandig-lehmige Auensedimente (7140-201/11 bis 7140-201/8), die als Gr-

¹⁷⁸ Diese Profile liegen im Talauenbereich nördlich der Kleinen Laaber und außerhalb des Talquerprofils (vgl. Abb. 10).

¹⁷⁹ Maximaler Carbonatgehalt dieses Sedimentes 13-14% (Probe 204/9 und Probe 204/10).

¹⁸⁰ Die Grobschluffanteile liegen zwischen 22 und 30%.

¹⁸¹ Bislang gibt es noch keine Hinweise auf das Alter dieser Torfbildung. Deshalb kann an dieser Stelle nicht gesagt werden, ob diese Talrandvermooring mit der älteren oder jüngeren Vermooring der Paläorinnen zeitlich und genetisch in Verbindung gebracht werden kann.

¹⁸² In Profil 7140-204 fehlt die Überdeckung dieses lößbürtigen Sedimentes mit sandigen Auensedimenten.

¹⁸³ Der Gehalt an organischer Substanz liegt bei etwa 4%.

¹⁸⁴ Die stratigraphische Stellung der liegenden Horizonte dieses Profils ist nicht eindeutig. Fraglich ist, ob der als „Schwemmlöß“ angesprochene lehmig-schluffige Profileil mit dem Schwemmlöß in Profil 7140-204 und 7140-202 zeitlich korreliert werden kann. Sicher ist dieser Löß in der Aue nochmals sekundär umgelagert worden, da eine Hangbeeinflussung, wie in Profil 7140-204 gegeben, in diesem Profil ausgeschlossen werden kann.

114 5 Ergebnisse

Horizont anzusprechen sind. Analog zu den Profilen 7140-203 und 7140-204 findet sich in einer Tiefe von 1,1 bis 1,4m (7140-201/7 bis 201/6) ein humoses Auensediment (fAh*Gr), das tonig-lehmig bis schluffig-tonig ausgeprägt ist. Anschließend (7140-201/5 bis 201/1) setzt erneut der schluffig-tonige, stark hydromorph geprägte Auenlehm mit einer Mächtigkeit von 1,1m ein, der in der obersten Probe (aAh-Horizont) höhere Sand- und Schluffanteile aufweist.

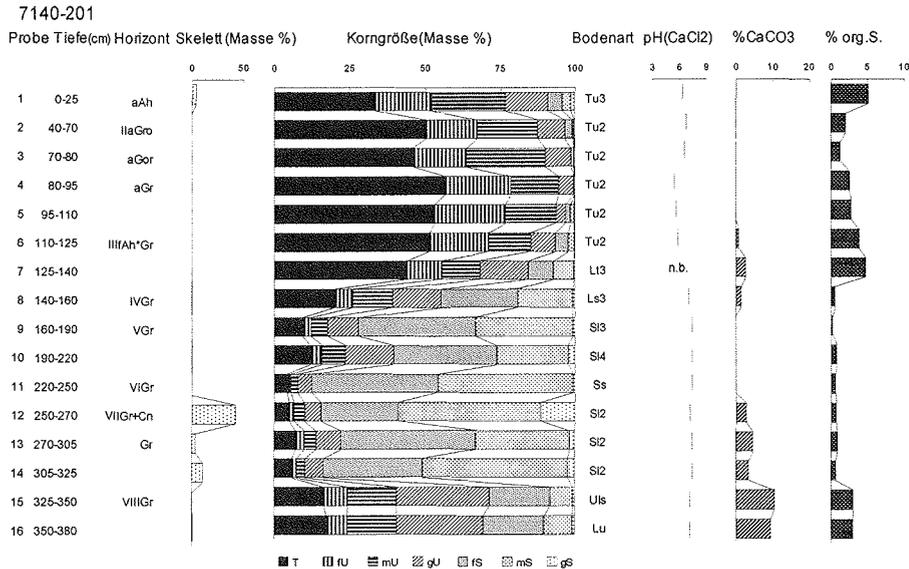


Abb. 14: Profil 7140-201 (Kleine Laaber 1)¹⁸⁵: Laboranalytische Standardwerte.

Talauenprofile des sedimentologisch-pedologischen Schnittes durch die Laaberaue (Abb. 11)

Das Profil 7140-242 (vgl. Abb. 15, Abb. 16) liegt am nördlichen Rand der Talau im Bereich einer Hochflutmulde (vgl. Abb. 11). Hier tritt eine der älteren Paläorinnen auf, deren organische Feinsedimente datiert werden konnten.

An der Basis dieser knapp 3m mächtigen automatischen Bohrung ist ab einer Tiefe von 2,6m der Talauenschotter mit einer scharfen Grenze zu den hangenden sandigen Auensedimenten vorzufinden. Die an dieser Stelle lediglich 0,2m mächtigen, grauen (5Y 6/1), sandigen Auensedimente und der farbgleiche Feinerdeanteil im Talauenschotter weisen eine nahezu identische Körnung auf. Grobsand dominiert mit mehr als 50% Anteil an der Sandfraktion (vgl. 7140-242/14 und 7140-242/13). Darüber (7140-242/12) liegt ein bräunlich-graues (10YR 5/1), humoses, tonig-schluffiges Auensediment (fAh*Gr/Ghr), ein präborealer(?) Älterer Auenlehm. Er leitet bereits zum hangenden Anmoor-Torf-Komplex über. Der schwarze (7,5YR 2/1 bis 10YR 2/1), organische Komplex, der eine Vielzahl unersetzer pflanzlicher Makroreste führt, erreicht in der Paläorinnenposition eine Mächtigkeit von 0,85m.

¹⁸⁵ In den Proben 201/2, /6, /7, /9 und /11 treten Skelettanteile von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfasst. (In dieser Arbeit: synonyme Verwendung von Masse- und Gew.-%).

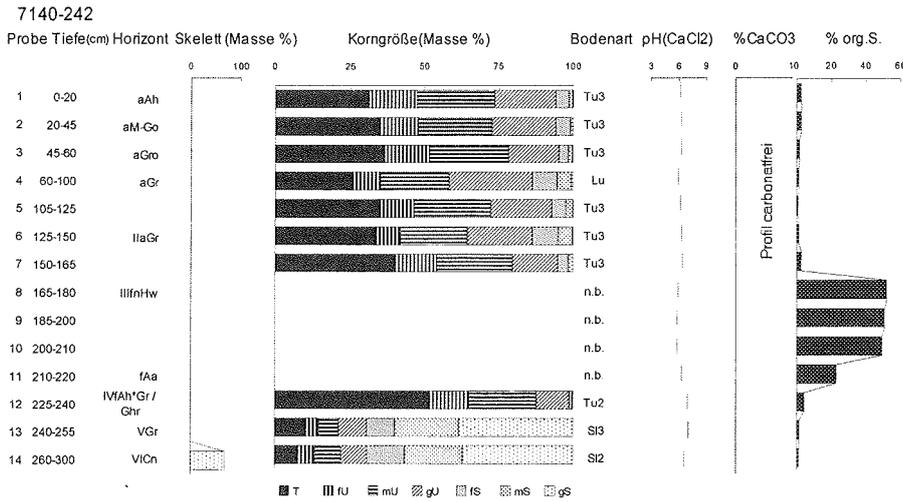


Abb. 15: Profil 7140-242 (Kleine Laaber 42)¹⁸⁶: Laboranalytische Standardwerte.

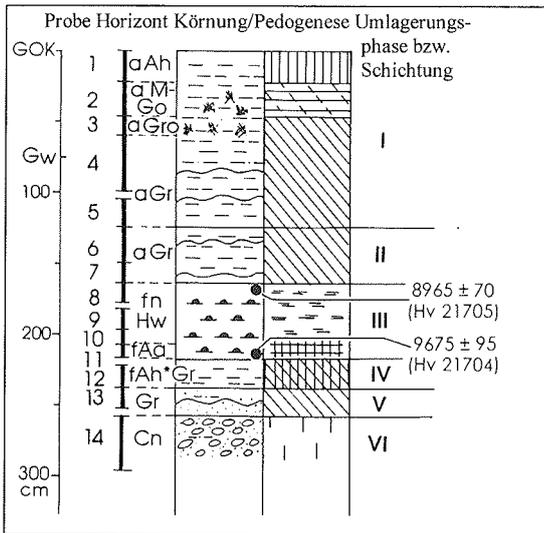


Abb. 16: Profil 7140-242 (Kleine Laaber 42).

Bei dieser Torfbildung handelt es sich um ein präboreales Vorkommen, dessen Entwicklungszeitraum durch zwei ¹⁴C-Datierungen eingegrenzt werden kann. Der fAa-Horizont (7140-242/11), der den Beginn der Torfbildung beschreibt, ist auf 9675±95 BP (¹⁴C) datiert. Die Torfbildung endet um 8965±70 BP (¹⁴C) (7140-242/8) im ausgehenden Präboreal/beginnenden Boreal. Der mineralische Anteil in diesen Torfen hat eine schluffig-tonige Ausprägung. Sand tritt in den Torflagen nur untergeordnet auf. Dem Torf ist an dieser Stelle kein Almsediment aufgesetzt. Scharf getrennt vom Torfkomplex folgen die ca. 1,6m mächtigen Auenlehme. Dabei handelt es sich durchgängig um schluffige Tone bis schluffige Lehme (7140-242/4), deren Gehalte an organischer Substanz zwischen 0,7 und 2,8% schwanken. Die Schlufffraktion zeichnet sich durch stark wechselnde

¹⁸⁶ In den Proben 242/3, /4, /5, /12 und /13 treten Skelettgehalte von < 1Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfasst.

Grobschluff-Mittelschluff-Verhältnisse aus, die einerseits Hinweis auf die Lößbeeinflussung (7140-242/4) geben, andererseits aber auch die Beimengung tertiärer Sedimente (Tone, Mergel) belegen (7140-242/3). Die Auenlehme sind in diesem Profil vergleichsweise tonarm. Dies widerspricht eigentlich der talrandnahen Lage des Profils, ist aber über die hangkolluviale Beeinflussung in Form eines hier auslaufenden Schwemmfächers zu erklären. Gerade in Probe 7140-242/4 (aGr-Horizont) zeigt sich eine Verwandtschaft zu den kolluvialen Hangsedimenten am Nordhang des Tales der Kleinen Laaber (vgl. Kap. 5.1.1.2). Bodentypologisch handelt es sich bei diesem Profil um einen Vega-Gley. Fossile Bodenbildungen sind im durch Eisen- und Manganausfällungen stark hydromorph geprägten Auenlehm nicht feststellbar.

Während und nach der Bildung des Torfes im Präboreal war dieser talrandnahe Bereich des Flußtales scheinbar über einen längeren Zeitraum aus der aktiven fluvialen Formung des Tales herausgenommen. Erst im Zuge der subatlantischen Auenlehmsedimentation, die an dieser Stelle auch durch kolluviale Hangsedimente modifiziert ist, erfolgte eine neuerliche „Integration“ in das fluviale Geschehen. Es gibt keine Hinweise, daß die Diskordanz zwischen liegendem Anmoor-Torf-Komplex und hangendem Auenlehm durch starke zwischenzeitliche Ausräumungsphasen bedingt sein könnte. Dagegen sprechen die Befunde in anderen Profilen, so die etwa höhengleiche Lage der Vermoorung in jüngeren Paläorinnen.

Profil 7140-239 (Kleine Laaber 39) (vgl. Abb. 17, Abb. 18) befindet sich etwa 25m nördlich des rezenten Ufers der Kleinen Laaber, am Rande einer Paläorinne, die durch einen ca. 1m mächtigen, präborealen Anmoor-Torf-Komplex und darüber folgende, extrem carbonatreiche Almbildungen (vgl. Profil 7140-240) charakterisiert ist.

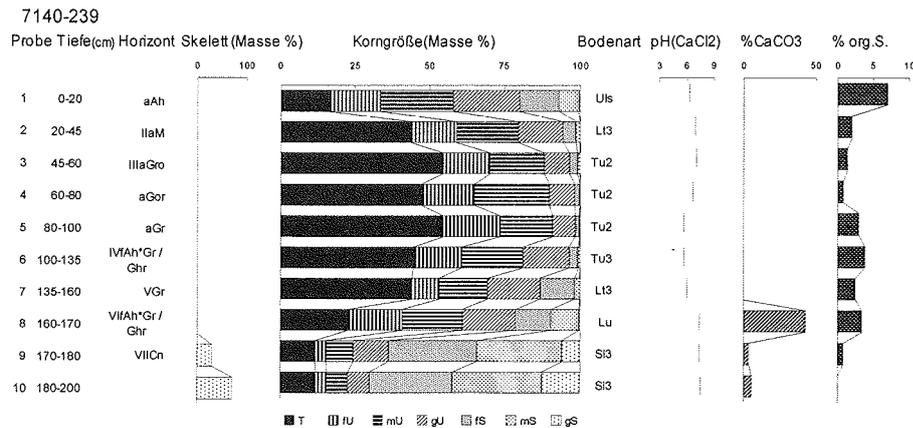


Abb. 17: Profil 7140-239 (Kleine Laaber 39)¹⁸⁷. Laboranalytische Standardwerte.

Die Basis des Profils stellt erneut der Talauenschotter (7140-239/10 und 7140-239/9) dar, der hier bereits in einer Tiefe von 1,7m ansteht. Im Vergleich zu Profil 7140-242 ist der Feinerdeanteil des Schotters stärker mittel- bis feinsandig ausgeprägt. Darüber folgt ein humoser, sehr carbonatreicher, bräunlich-schwarzer (10YR 3/1) Horizont (VIaAh*Gr, 7140-239/8), ein schluffiger Lehm. Neben der stark schluffigen und carbonatreichen Matrix treten auch Molluskensplitter auf. Aufgrund seines Aufbaus und der Lage zum Nachbarprofil 7140-240 handelt es sich um einen randlichen Ausläufer der dortigen, mächtigeren und carbonatreicheren Almbildung. Darüber folgt ein mehrfach geschichtetes Auenlehmepaket. Die an dieser Stelle ca. 1,6m mächtigen Auenlehme sind wiederum vorwiegend als schwach humose bis humose schluffige Tone ausgebildet. Durch Unterschiede in der Korngrößenzusammensetzung lassen sich diese Auenlehme voneinander trennen (Abb. 18). Auffällig ist Schicht III (7140-239/5 bis 239/3), die keinerlei Lößbeeinflussung mit Grobschluffwerten von < 10% zeigt, während in den liegenden Schichten IV (7140-239/6) und V (7140-239/7), aber auch in den hangenden Schichten I (7140-239/1) und II (7140-239/2) Grobschluffanteile von ca. 15 bis 22% auftreten.

¹⁸⁷ In den Proben 239/1, /5 und /8 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese Gehalte sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt. In Probe 239/10 wurde der Anteil an organischer Substanz nicht bestimmt.

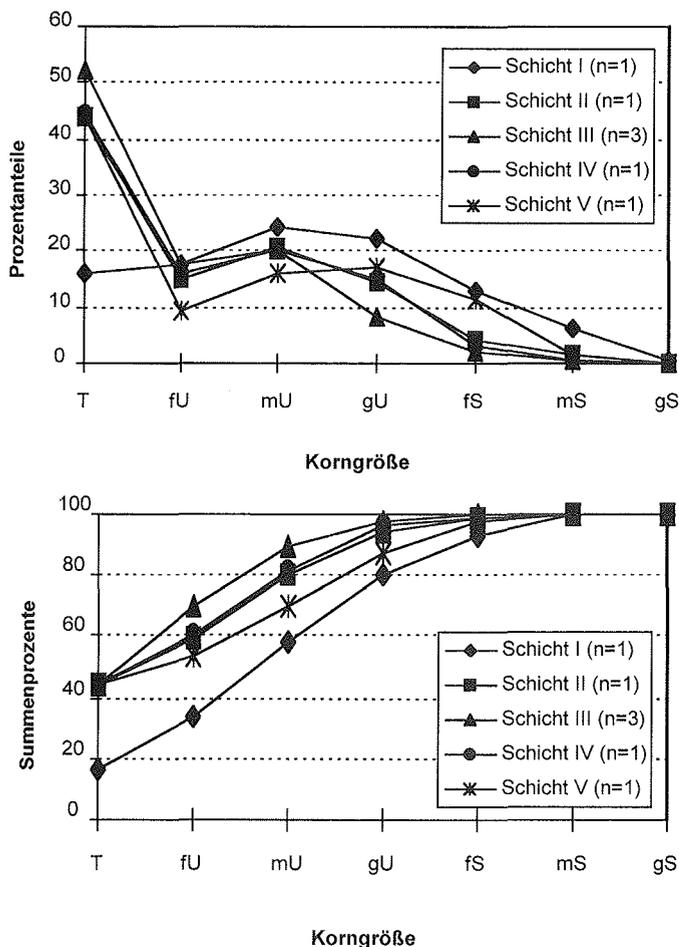


Abb. 18: Profil 7140-239 (Kleine Laaber 39): Korngrößenverteilungen und Korngrößensummen der Auenlehme.

Profil 7140-217 (Kleine Laaber 17) (vgl. Abb. 19), ca. 50m südlich des rezenten Flußlaufes der Kleinen Laaber gelegen, zeigt den Profilaufbau in einer Paläorinne, in der es nicht zur Bildung bzw. zur Erhaltung der Anmoor-Torf-Komplexe kam. Darüber hinaus fehlen hier die beschriebenen Alm-Vorkommen.

Auf den in 2,95m anstehenden Talauenschotter folgen lehmig-sandige bis schluffig-lehmige Auensedimente (VIIGr, 7140-217/13 bis 217/11). Diese Sedimente wurden einem Akkumulationszyklus - gröbere Sedimente im Liegenden und feinere im Hangenden - entsprechend abgelagert und werden nach oben hin zunehmend schluffig-toniger, wobei der zunehmende Grobschluffanteil eine wachsende Lößbeeinflussung dieser Sedimente zeigt. In einer Tiefe zwischen 2,2 und 2,55m tritt ein humoses Auensediment auf (VIIfAh*Gr/Ghr), das von einem stärker minerogenen, ebenfalls sandigen Sediment (VGr, 7140-217/9) abgelöst wird. An der Basis der Auenlehme in 1,5 bis 1,9m Tiefe ist ein stärker humoses Sediment vertreten, das zwar verminderte Hochflut-tätigkeit belegt, aber nicht im Sinne einer Bodenbildung interpretiert werden kann. Die darauf folgenden 1,5m mächtigen, schwach humosen bis humosen Hochflut-sedimente zeigen wiederum eine schluffig-tonige Ausprägung, wobei es zu wiederholten Wechsels in den Sand-, Schluff- und Tongehalten kommt. Partiiell in den sandigen Auensedimenten (7140-217/10 und 7140-217/9) und den Auenlehmen (7140-217/4 und 7140-217/3) auftretende Carbonatgehalte von 2 bis 4%, werden auf zerriebene Molluskensplitter zurückgeführt. Die Matrix ist demgegenüber carbonatfrei.

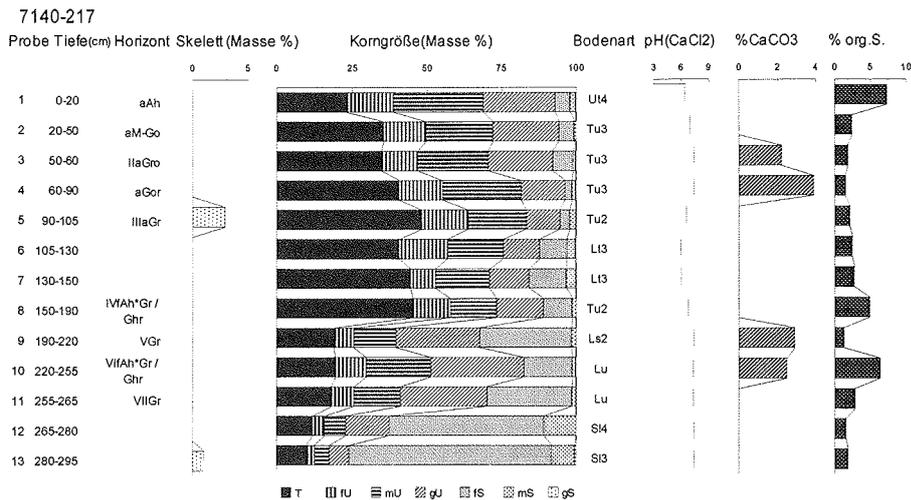


Abb. 19: Profil 7140-217 (Kleine Laaber 17)¹⁸⁸: Laboranalytische Standardwerte.

Von Profil 7140-228 (Kleine Laaber 28) (vgl. Kap. 9.1.1.2) liegen ebenfalls die laboranalytischen Standardwerte vor. Dieses Profil befindet sich in einem südlichen Teil der Talau. Auf den liegenden Talauenschotter, der von den hangenden Profilbereichen her sekundär aufgekalkt ist, folgt ein sandig-schluffiges bis schluffig-sandiges Auensediment, das sich durch seinen Carbonatgehalt von 15 bis 19% von den sonstigen sandigen, dem Talauenschotter aufliegenden Auensedimenten absetzt. Aufgrund der Korngrößenzusammensetzung handelt es sich hier erneut um einen fluviatil umgelagerten Schwemmlöß (vgl. Profil 7140-201 und Profil 7140-204). Dieser sekundär verlagerte Schwemmlöß wird von einem Anmoor-Horizont überlagert, der 0,3m mächtig ist und, bedingt durch aufgeriebene Molluskensplitter, einen Carbonatgehalt von 2,8% hat (VfAa, 7140-228/6). Darüber folgt der typisch schluffig-tonig ausgeprägte Auenlehm mit Tongehalten zwischen 35 und 48%. Lediglich der aAh-Horizont (7140-228/1) weist mit ca. 25% einen bedeutend niedrigeren Tongehalt auf. Die Auenlehme sind schwach humos bis humos, nur in 0,5 bis 0,75m Tiefe kommt ein stark humoses Auensediment (III fAh*Gor) vor, das zudem aufgrund der hohen Anzahl an Molluskensplittern carbonatreich ist. Die schluffig-tonige Matrix dieses Sedimentes ist ansonsten carbonatfrei. In den Auenlehmen ist rezent ein Auengley entwickelt.

Die vorgestellten Einzelprofile belegen, trotz einer grundsätzlichen vertikalen Abfolge der Sedimente, eine kleinräumige Variabilität im Aufbau der Talau. Hinsichtlich der Auenlehm-sedimentation gibt es außer den Beleg eines eisenzeitlichen Beginns keine eindeutigen weiteren Hinweise zur Ablagerungsgeschichte¹⁸⁹.

Die Grundzüge der holozänen Flußgeschichte der Kleinen Laaber werden im folgenden zusammenfassend diskutiert¹⁹⁰.

¹⁸⁸ In den Proben 7140-217/3, /4, /6, /9, /11 und /12 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfasst.

¹⁸⁹ In einigen Profilen finden sich Holzkohlestückchen. Keramik konnte mit Ausnahme oberflächennaher Horizonte (rezenter aAh- bzw. aAp-Bereich) in keinem Auenprofil erbohrt werden.

¹⁹⁰ Der Aufbau der Aue der Kleinen Laaber wurde über die eigentliche Fragestellung hinausgehend diskutiert, da über die autochthonen Flüsse des Tertiärhügellandes bislang wenig bekannt ist.

5.1.1.1.2 Die Talau der Kleinen Laaber bei Geiselhöring - Diskussion und Zusammenfassung

Im Tal der Kleinen Laaber bei Geiselhöring läßt sich ein charakteristischer Aufbau der Talau feststellen, der die fluvialen Verhältnisse seit dem ausgehenden Spätglazial spiegelt. Eingerahmt wird die Talau an ihrem südlichen Rand von einem älteren Schotterkörper, der widersprüchlich als Niederterrasse (Maier & Schwertmann 1981) bzw. als Hochterrasse (Weinig 1980:22)¹⁹¹ angesprochen wird. Schmidt (o.J.) beschreibt auf einer „Laaberterrasse“ stark erodierte Parabraunerden aus Sandlöß bzw. kalkhaltigem Flugsand. Diese Profile liegen jedoch nicht auf der talauennächsten Terrasse, sondern auf einem älteren „Verebnungsniveau.“ Eigene Profilaufnahmen zeigen, daß sich auf dieser jüngsten pleistozänen Terrasse, deren Terrassenkante an manchen Stellen erosiv stark verwischt ist, keine Löss befinden, sondern lediglich Flugsande, deren Akkumulation freilich noch im Spätglazial und Altholozän möglich war (vgl. Buch & Zöller 1990). Die Böden auf der Terrasse sind vorwiegend Kolluvisole, Regosole und (schwach entwickelte) Braunerden. Zur Talau hin finden sich Terrassenreste, in denen auch tertiäre Sedimente vorkommen. Meines Erachtens handelt es sich aufgrund der fehlenden Lößbedeckung und des Entwicklungsgrades der Böden bei diesem vorherrschend aus Quarzen aufgebauten Schotterkörper in knapp 354m NN um ein Niederterrassenniveau, das nach Südosten hin in ältere Terrassenreste nicht bekannten Alters überleitet.

Bereits am Beginn des Holozäns bzw. am Ende des Spätglazials befindet sich die Kleine Laaber im Niveau des spätpleistozänen Schotterkörpers¹⁹². Die vorherige Eintiefung ist im Laabertal ursächlich mit der von Buch (u.a. 1990: 47) sowie Buch & Heine (1995) postulierten spätpleistozänen bis altholozänen Phase „exzessiver Erosion“ im Donautal zu verknüpfen, die von einem gewundenen (sinuous) Flußlauf ausgegangen ist. Hinweise auf eine tiefgelegene Erosionsbasis des spätpleistozänen/altholozänen Donau liegen für „verschiedene, weit voneinander entfernt gelegene Streckenabschnitte“ (Hilgart 1995: 175) vor. Hilgart (1995: 175) charakterisiert diesen Zeitabschnitt durch „zeitweilig extreme[n] Hydroregimeverhältnisse mit potentiell hoher Erosivität“, die auf einen überregional wirksamen Tiefenerosionsimpuls am Ende der letzten Eiszeit hinweisen. An der Kleinen Laaber dürfte sich selbst bei Geiselhöring diese extreme Eintiefung des Vorfluters Donau¹⁹³ im Sinne einer rückschreitenden Erosion noch deutlich ausgewirkt haben (vgl. Hilgart 1995: 221)¹⁹⁴. Dies führte zu einer entsprechend hohen Kompetenz der Kleinen Laaber (vgl. Barsch & Mäusbacher 1993)¹⁹⁵. Für eine derartige Tiefenerosion ist ein einfadig-mäandrierender bis einfadig-gewundener Flußgrundriß anzunehmen (vgl. Hilgart 1995: 207)¹⁹⁶. Das Vorkommen spätglazialer Schwemmlöse auf den Talauenschottern und sekundär fluvial umgelagerter Schwemmlöse in Paläorinnen sprechen eher dafür, daß an der Kleinen Laaber die „exzessive Erosion“ bereits vor dem Beginn des Holozäns beendet war¹⁹⁷. Im Regelfall treten über den Talauenschottern sandige Auensedimente auf, die am Rand der Talau die spätglazialen Schwemmlöse überlagern. Der

¹⁹¹ Weinig (1980: 22) spricht von der periglazialen Fazies, der in die Nebentäler auslaufenden Hochterrassenleiten. Die unteren Lagen sind demzufolge häufig mit tertiären Sedimenten durchmischt.

¹⁹² Aussagen zum Schottertyp dieses Terrassenkörpers sind allein aufgrund der Bohrungen nicht möglich.

¹⁹³ Hier fehlen allerdings genaue Untersuchungen zum Verlauf der Oberkante der Talauenschotter im Flußlängsprofil.

¹⁹⁴ Vgl. Sanchez (1989: 83) zur Fußentwicklung des Regens.

¹⁹⁵ Nur mit diesem Wirkungsgefüge ist die Eintiefung der Kleinen Laaber zu verstehen. Darüber hinaus besteht der Niederterrassenkörper zwar in seiner Kiesfraktion vorwiegend aus Quarzen; ansonsten treten jedoch sehr viele feinkörnige tertiäre Beimengungen auf, die lediglich einer geringeren Ausräum- und Transportkraft des Flusses bedürfen.

¹⁹⁶ Schellmann (1990: 122) datiert den Wechsel vom braided river zum mäandrierenden Flußlauf erst auf den Übergang vom Spät- zum Postglazial.

¹⁹⁷ Buch (1990: 48) weist auf eine „bereits deutliche Eintiefung des Donaulaufes während der Jüngerer Dryaszeit“ hin.

Talauenschotter selbst zeigt eine stark undulierende Oberfläche; er wird von mehreren, unterschiedlich tiefen Rinnen durchzogen. In diesen Paläorinnen kommt es im Hangenden der sandigen Auensedimente, unter gewissen Voraussetzungen¹⁹⁸ auch direkt auf dem Talauenschotter, zur Entwicklung von Anmoor-Torf-Komplexen. Gestützt durch Radio-carbonatierungen an organischem Material in drei Paläorinnen kann belegt werden, daß die Torfbildung spätestens im beginnenden Präboreal, möglicherweise sogar noch in der Jüngeren Tundrenzzeit einsetzt. Diese Torfe sind ein Zeichen verminderter Hochfluttätigkeit und stabiler fluvialer Verhältnisse mit einem ausgeglichenen Abflußregime. Minerogene Sedimente fehlen in diesen organischen Komplexen fast vollständig; treten sie auf, sind sie meist tonig-schluffiger Ausprägung. Da diese präboreale Torfbildung mit fehlendem Hochflutsedimenteintrag in mehreren Rinnen über fast die gesamte Breite der Talauae auftritt, ist mit Sicherheit auszuschließen, daß es sich um singuläre Bildungen in ehemals weit vom Paläofluß entfernten Rinnen handelt (vgl. **Hilgart 1995: 207, Fußnote 79**). Die Vielzahl dieser altersgleichen Vermoorungen in *unterschiedlich* tiefen Paläorinnen mag auch als Hinweis darauf gedeutet werden, daß sich der Flußgrundriß, zumindest zeitweise, wieder in ein anastomisierendes System verwandelte; früher als dies an der Donau im Raum Straubing angenommen wird (vgl. **Buch & Heine 1995: Fig. 3**)¹⁹⁹. Vermoorungen ähnlicher Altersstellung schildert beispielsweise **Hilgart (1995)** aus dem Altmühltal. **Rother (1989b: 76)** weist an der Ilme eine humose, schluffig-sandige Basisschicht nach, deren Ablagerung „durch die Klimaänderung und die dadurch nachlassende Hochwasserhäufigkeit und -intensität“ bewirkt wurde. An der Oberweser führt **Thomas (1993: 64)** die Bildung „präborealer bis atlantischer Mudden und Torfe“ auf im Präboreal abgeschnittene, im Kieskörper angelegte Abflußbahnen zurück. Von der Werra schildert **Brosche (1984: 117)** einen „Oberen Ried“, der teilweise als Torf entwickelt ist. **Mäckel (1969)** beschreibt an der Lahn eine Feuchtschwarzerde, die sich im Talgrund bereits seit dem Präboreal entwickeln konnte. Auf Torfe entsprechender Altersstellung weist ebenfalls an der Lahn **Urz (1995: 180)** hin.

Das Präboreal ist überregional ohne Zweifel durch stabile fluviale Verhältnisse mit ausgeglichenem Abfluß und geringer Hochflutaktivität charakterisiert. Die Kleine Laaber fügt sich damit gut in die Vorstellungen von fluvialer Ruhe und geringer Hochflutaktivität im beginnenden Holozän Mitteleuropas ein (vgl. u.a. **Brunnacker & Strauch 1985**)²⁰⁰.

Vorwiegend im Hangenden dieser präborealen Torfe, untergeordnet auch in weiteren Paläoreliefpositionen²⁰¹, entwickelte sich ein extrem carbonatreiches, mehliges Sediment, der Alm (vgl. u.a. **Brunnacker 1959, Jerz 1983**). Er weist auf einen gestiegenen Grundwasserspiegel (**Brunnacker 1959**) bzw. auf insgesamt feuchtere, „ozeanische Bedingungen“ (**Jäger & Lozek 1978a**) hin.

Neben Almsedimenten treten in den Flußauen generell auch Auenmergel auf, die aus abgeriebenen und aufgearbeiteten Flußgeröllen entstanden sind (**Hofmann & Spies 1992: 26**). Diese feinsandig-schluffigen Ablagerungen können ebenfalls Carbonatgehalte von mehr als 50% aufweisen. Es ist nicht völlig auszuschließen, daß es sich bei den extrem carbonatreichen Auensedimenten an der Kleinen Laaber auch um diese alt- bis mittelholozänen Auenmergel handelt. Die Korngrößenzusammensetzung mit hohen Schluffanteilen (7140-220/1) kann als Indiz dafür gewertet werden. Allerdings sprechen die Vergesellschaftung der Sedimente mit Torfen und die Carbonatgehalte von teilweise über 70% meines Erachtens eher für Almbildungen, die auch in fließenden Gewässern erfolgen können (vgl. **Jerz 1993: 135**).

¹⁹⁸ Unter Umständen das sehr schnelle Abschnüren eines Altwasserarmes.

¹⁹⁹ Dort läßt sich der flußdynamische Umbruch auf jünger als 9000 BP (¹⁴C) festlegen.

²⁰⁰ **Brunnacker & Strauch (1985: 506)** postulieren eine geringe fluviale Aktivität im Älteren Holozän Mitteleuropas.

²⁰¹ Beispielsweise an der Basis von Paläorinnen.

Im Tal der Kleinen Laaber kann das Alter der Almsedimente nur relativ grob mit Boreal bis Atlantikum angegeben werden. Möglicherweise ist es auch zu zeitlich nicht synchronen Bildungen gekommen. Aufgrund des kontinuierlichen Übergangs von den liegenden Torfen zu den hangenden Almbildungen, die eine Diskordanz zwischen diesen unterschiedlichen Sedimenten sehr unwahrscheinlich machen, ist allerdings davon auszugehen, daß es an der Kleinen Laaber bereits vorwiegend im Boreal zur Almbildung gekommen ist. Dies steht in Übereinstimmung mit dem Bildungszeitraum verschiedener südbayerischer Almlagerungen (**Jerz 1983: 297**). **Jäger (1982)** weist darauf hin, daß im (östlichen) Mitteleuropa humose Basisschichten vorwiegend im Atlantikum, teilweise aber bereits im Präboreal von Binnenwasserkalken überdeckt werden.

An manchen Stellen wird der Alm direkt vom Auenlehm überlagert, in der Regel jedoch von einem humosen Auensediment, das in Paläorinnen von einer Anmoor- bis Torfbildung abgelöst wird. Nach der Almbildung setzt im Tal der Kleinen Laaber noch *keine* Auenlehmentwicklung ein. Zunächst erfolgt eine, wahrscheinlich mit einem einfadig-mäandrierenden bis einfadig-gewundenen Flußsystem verbundene, relativ starke Eintiefung, die bis zu 2m unter die heutige Geländeoberkante der Talaue reicht. Diese Erosionsphase setzt nach der Almbildung ein und ist spätestens am Ende des (Mittleren) Subboreal beendet. Die zeitliche Einstufung wird belegt durch den Beginn der Torfbildung in einer „jüngeren“ Paläorinne um 3240±75 BP (¹⁴C), die bis ins einsetzende Subatlantikum andauert. An der Kleinen Laaber läßt sich im Jüngeren Subboreal erneut eine Phase verminderter Hochfluttätigkeit mit entsprechend stabilen fluvialen Verhältnissen bei einem vergleichsweise niedrigen Grundwasserspiegel belegen. Eine zu den hier geschilderten Bildungen zeitgleiche Vermoorung beschreibt **Buch (1990: 53-54)** aus dem Donautal bei Straubing. Der Torfbildung in Paläorinnen der Obersten Auenstufe (prä IIA) im Sinne von **Buch (1990)** geht eine aktive fluviale Formung dieser Stufe im Atlantikum voran²⁰². Möglicherweise handelt es sich bei der nachgewiesenen Einschneidungsphase an der Kleinen Laaber um ein zeitliches Äquivalent der fluvialen Formung der prä IIA-Auenstufe an der Donau²⁰³ bzw. um eine etwas jüngere Eintiefung an der Grenze Atlantikum/Subboreal²⁰⁴. Genauer kann diese Einschneidungsphase zeitlich nicht eingegrenzt werden. Nach **Buch (1990: 54)** setzt im Donautal um 6000 BP (¹⁴C) eine Phase verminderter Hochflutsedimentation ein, die „insgesamt einen Zeitraum von rund 3200 bis 3500 Kalenderjahren zwischen der späten Jungsteinzeit (letztes Drittel des Atlantikums) bis in die Hallstattzeit (Ende Subboreal)“ umfaßt. Archäologische Befunde von **Böhm & Schmotz (1979)** belegen ferner, daß die Bildung des Schwemmfächers der Kleinen Laaber bereits in dieser Zeit beendet war (vgl. **Buch 1990**). „An der Wende Subboreal/Subatlantikum beendet eine ausgeprägte, offensichtlich aber kurze Aktivierung der Hochflutsedimentation eine längere Phase verminderter Hochflutaktivität²⁰⁵“ und eine anschließend bis ins frühe Mittelalter reichende Phase verringerter Hochfluttätigkeit (**Buch 1990: 69**). An der Kleinen Laaber ist mit dem ausgehenden Subboreal/beginnenden Subatlantikum eine großflächige Auenlehmbildung nachweisbar. Sie hängt sicher mit eisenzeitlichen Besiedlungsvorgängen im Tal der Kleinen Laaber zusammen. Frühere agrarische Nutzungen des Tales haben nicht zur Bildung von großflächigen Auenlehmen geführt (vgl. Kap. 5.1.1.2).

²⁰² **Buch (1990: 66)** nimmt als Formungszeitraum der ältesten holozänen Auenstufe im Donautal östlich von Regensburg etwa die Zeitspanne zwischen 8000 BP (¹⁴C) und 6000 BP (¹⁴C) an.

²⁰³ Die fluviale Formung der nächstjüngeren Auenstufe der Donau ist erst um 3000 BP (¹⁴C) beendet (**Buch 1990: 67-68**), kann also demnach nicht mehr mit der zu betrachtenden Einschneidungsphase an der Kleinen Laaber in Beziehung gebracht werden.

²⁰⁴ Vgl. **Vandenbergh et al. (1984: 232, Tab. 1)**.

²⁰⁵ Ca. 2500 bis 2225 BP (¹⁴C) (**Buch 1990**). **Unger (1983: 18)** spricht von einer „hohen Wasserführung“ der Donau am Übergang von der Hallstatt- zur Latènezeit, also etwa um 2500 BP (¹⁴C). Im Donautal bei Kelheim kann diese Hochflutaktivitätsphase nicht nachgewiesen werden (**Hilgart 1995**).

An der Altmühl kann **Hilgart (1995: 213)** einen „zweiten Hochflutsedimentationszyklus (Hochflutsedimentdecke der Älteren Auenstufe) mit abschließender Stabilitätsphase und Bodenbildung“ belegen, der von der zweiten Hälfte des Subboreals bis ins beginnende Subatlantikum reicht. **Schellmann (1990: 122)** datiert eine Auenterrasse (H4) an der Donau in die Eisen-/Römerzeit und befindet diese, wie auch weitere Auenterrassen, als Ausdruck eines „überregional wirksamen Steuerungsmechanismus in Form klimatischer Faktoren.“ Darüber hinaus sind eisenzeitliche Auenlehme aus weiteren mitteleuropäischen Flußsystemen bekannt (vgl. Kap. 2.2.2, Kap. 9.2, Tab. 7).

Es gibt an der Kleinen Laaber kaum Hinweise auf den Ablauf der subatlantischen Auenlehmsedimentation. Trotz einer granulometrischen Differenzierung der Hochflutsedimente in vertikaler und horizontaler Richtung besteht insgesamt das Bild einer ± eingliedrigten Auenlehmdecke.

Pedologisch lassen sich *keine* ausgeprägten Stabilitätsphasen im Sinne einer terrestrischen Bodenbildung im subatlantischen Flußsystem nachweisen. Lediglich humosere Abschnitte treten in den Auenlehmprofilen auf. Diese eingeschalteten „humosen Auensedimente“ ziehen jedoch nicht in Form eines geschlossenen Horizontes durch die Talaue, sondern sind lediglich als organische Sedimentablagerungen in flachen Hochflutmulden zu interpretieren. Es ist davon auszugehen, daß es im Zuge der subatlantischen Flußentwicklung der Kleinen Laaber immer wieder zu spontanen Verlagerungen und zum Abschnüren von Mäandern gekommen ist, in denen sich dann stärker humos geprägte Sedimente ablagern konnten. Aus siedlungsarchäologischer Sicht erscheint es möglich, daß auf eine verstärkte eisenzeitliche Auenlehmablagerung eine bis ins frühe Mittelalter stattfindende Sedimentationsruhe folgt. Diese Annahme läßt sich jedoch aus den Auenlehmen *nicht* ableiten, da die durchgängig recht hohen Gehalte an organischer Substanz sprechen eher für eine relativ kontinuierliche Ablagerung der Hochflutsedimente. Die jüngste Auenlehmdecke überkleidet in ihrer Gesamtheit das Paläorelief der Talaue und gleicht frühere Höhenunterschiede aus. Jüngste Rinnen wurden zu einem großen Teil in den letzten Jahrzehnten anthropogen aktiv verfüllt.

Auch wenn sich - methodisch bedingt durch das ausschließliche Zurückgreifen auf Bohrungen, fehlende Aufschlüsse sowie die vergleichsweise geringe Anzahl an Catenen - an dieser Stelle keine umfassende holozäne Flußgeschichte der Kleinen Laaber rekonstruieren läßt, sind doch einige wesentliche Grundzüge festzustellen (vgl. Abb. 20). Bis zum Beginn der subatlantischen Auenlehmabildung stellt die fluviale Entwicklung des Vorfluters Donau selbst in diesem relativ mündungsfernen Flußabschnitt den wesentlichen Parameter der Flußgeschichte der Kleinen Laaber dar. Die Erosions-/Akkumulationszyklen im Sinne von **Buch & Heine (1995)** an der Donau wirken sich auch an der Kleinen Laaber aus; ein anthropogener Einfluß auf die Flußentwicklung ist *nicht* nachzuweisen. Erst mit Beginn der Auenlehmabildung ab etwa 2500 BP (¹⁴C) scheint sich die Kleine Laaber von den an der Donau herrschenden Bedingungen zu „emanzipieren“ und stärker von den lokalen Siedlungsbedingungen beeinflusst zu werden. Neben den lokalen Bedingungen an der Kleinen Laaber selbst, mag dies auch mit den von nun an stärker lateral geprägten Sedimentumlagerungen an der Donau zusammenhängen.

Zunächst bleibt aber die Frage offen, warum die Auenlehmabildung trotz einer intensiven prä-eisenzeitlichen Besiedlung des Tales erst in der Eisenzeit einsetzt. Ein Blick auf die angrenzenden Hänge mit ihren von Kolluvien verfüllten Dellen soll zur Klärung dieses Sachverhaltes beitragen.

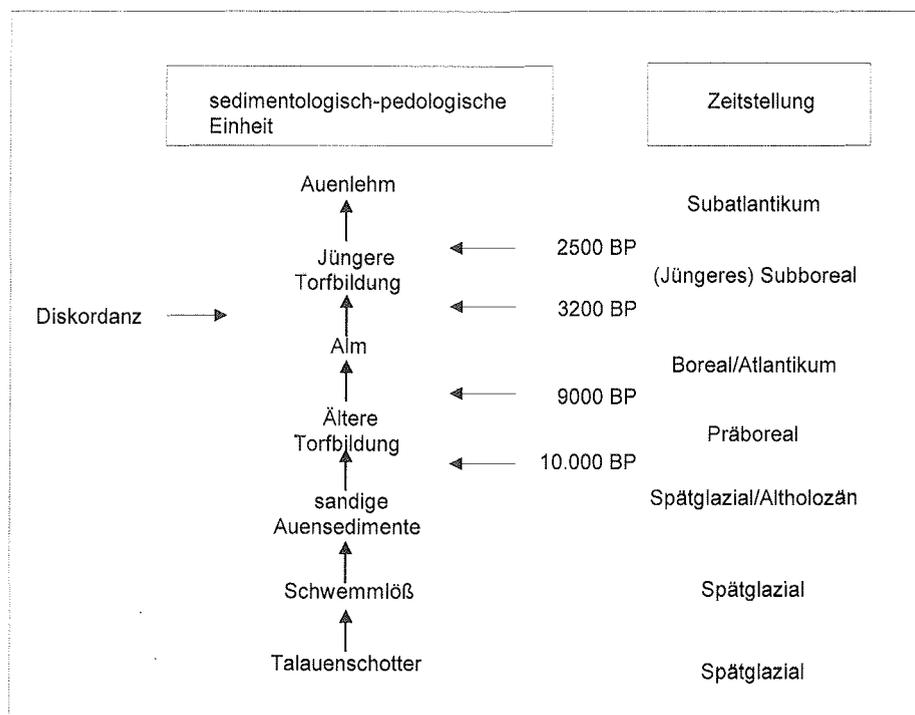


Abb. 20: Stratigraphische Gliederung der Talaue der Kleinen Laaber bei Geiselhöring (nicht maßstabsgetreu)²⁰⁶.

5.1.1.2 Hangsedimente an einem nördlichen Talhang der Kleinen Laaber

5.1.1.2.1 Befunde

Anhand einer talwärts gerichteten, von mehreren Querprofilen gekreuzten Catena (Profile 7140-205 (Kleine Laaber 5) bis 7140-210 (Kleine Laaber 10)) (vgl. Abb. 10) kann die quasinatürliche holozäne Reliefformung und -veränderung periglazial angelegter Dellen rekonstruiert werden. Darüber hinaus wird an dieser Lokalität die Beeinflussung der Randbereiche der Talaue durch Hangsedimente und Schwemmfächer und damit die Verzahnung von Hangkolluvien mit Auensedimenten deutlich. Ursprünglich wurde dieser Standort wegen der hangaufwärts liegenden spätatlänzeitlichen Viereckschanzen ausgewählt (vgl. Abb. 10). Damit war die Vorstellung einer keltischen Bodenerosion verbunden. Diese sollte sich in den Hangfußbereichen entsprechend bemerkbar machen.

Die Catena setzt im unteren Mittelhangbereich (7140-205) an und führt in die Talaue (7140-208). Oberhalb dieser Bohrprofilreihe sind die Böden, auch bedingt durch die rezente agrarische Nutzung an diesem bis zu 5° nach Süden geneigten Hang, fast vollständig abgetragen. Es dominiert die Horizontabfolge Ap/Cv, als Bodentyp eine Ackerpararendzina mit

²⁰⁶ BP = BP (¹⁴C).

einem zumeist carbonathaltigen Ap-Horizont über Löß²⁰⁷. In Hangverflachungen können sich kleinräumig M-Horizonte, meist ebenfalls carbonathaltig, abgelagert haben.

In diesem Hangbereich stellen Lössse, Lößlehme, untergeordnet auch tertiäre Mergel, die leistenartig hangparallel auftreten und tertiäre Kiese und Sande die Ausgangssubstrate der Pedogenese. Im Unterhang- bzw. Hangfußabschnitt treten bis zu 2m mächtige Kolluvien auf, bei denen sich bereits aufgrund der Körnungsparemeter differenzierte Ablagerungsphasen zeigen lassen. In den Bohrungen ist an manchen Stellen die Abgrenzung des fossilen holozänen Böden und der periglazialen Fließerden von den hangenden kolluvialen Straten nicht immer ganz eindeutig. Das Alter der kolluvialen Akkumulation ist über AMS-¹⁴C-Datierungen an Holzkohleflittern bestimmt. Die Radiocarbonalter belegen eindeutig den prähistorischen Beginn und Verlauf der Bodenerosion (vgl. Tab. 11).

Probennummer	Labornummer	Datiertes Material	Tiefe (in cm)	Konventionelles ¹⁴ C-Alter (68% [1 sigma])	Kalibriertes Alter
7140-206/7,8	Erl 674	Holzkohleflitter	80-90	3627±73	cal BC 2124-2084, cal BC 2042-1886
7140-206/16	Erl 673	Holzkohleflitter	180-195	8429±187	cal BC 7600-7240, cal BC 7220-7200, cal BC 7180-7140, cal BC 7120-7090

Tab. 11: ¹⁴C-Datierungen (AMS) an Holzkohleflittern (Hangkolluvien).

Allgemeine Charakterisierung der Kolluvien und der liegenden Sedimente

Im Liegenden der Kolluvien kommen carbonatreiche Lössse, tertiäre Mergel und weitere tertiäre Sedimente (Kiese und Sande der Oberen Süßwassermolasse) vor. Diese Sedimente sind meist in periglazialen Fließerden umgelagert und kryoturbar durchmengt worden. Zur Talaue hin gehen diese periglazialen Fließerden in den Schotter der Talaue über (vgl. **Hempel 1956**).

Die Kolluvien sind durchwegs schluffige Lehme. Ihr durchschnittlicher Tongehalt liegt bei 23,3%²⁰⁸ (Max. 28,1%, Min. 18,3%), die Schluffgehalte befinden sich im arithmetischen Mittel bei 55,1% (Max. 69,1%, Min. 27,6%). Die Sandgehalte schwanken zwischen minimal 5,8 und maximal 44,3%, das arithmetische Mittel beträgt 21,6%. Das Korngrößenmaximum der Kolluvien ist in der Regel dem Grobschluff (arithmetisches Mittel bei 29,0%) zuzuweisen, was die regelhaft hohe Lößbeeinflussung dieser kolluvialen Sedimente belegt (vgl. Abb. 21). Vertikal lassen sich in den Profilen mehrmalige Wechsel in der Korngrößenzusammensetzung nachweisen, die als Hinweise auf Schichtung im Sinne zeitlich getrennter Ablagerungsvorgänge bewertet werden. Diskordanzen in den Profilen treten darüber hinaus durch vorwiegend geringmächtige (meist ca. 0,1 bis 0,2m vertikale Erstreckung) Kieslagen auf. Eine hangabwärtige Sortierung der kolluvialen Sedimente läßt sich nicht feststellen.

²⁰⁷ Aufgrund der hohen Carbonatgehalte in den Ap-Horizonten könnte bei diesen Böden auch von (Acker)-Lockersyrosemien gesprochen werden.

²⁰⁸ Arithmetisches Mittel (n=34). Hier sind alle M-Horizonte, M-Sw-Horizonte etc. der Profile 7140-205, 7140-206, 7140-209 und 7140-210 aufgenommen. Nicht berücksichtigt sind die rezenten Ap-Horizonte.

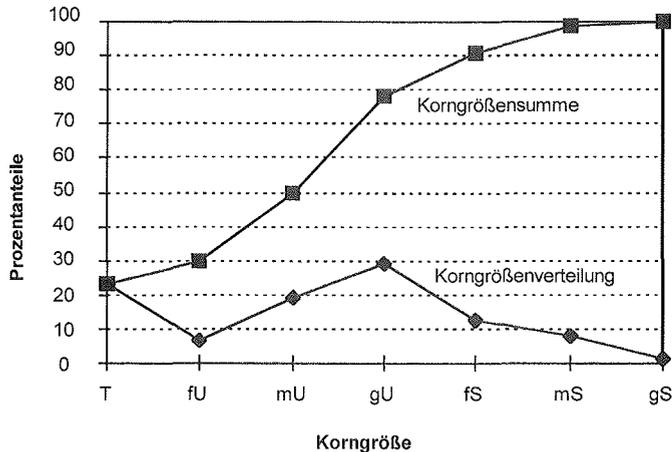


Abb. 21: Korngrößenverteilung und Korngrößensumme der Kolluvien am nördlichen Talhang der Kleinen Laaber (n=34).

Mit 0,6% organischer Substanz sind die Kolluvien lediglich sehr schwach humos. Hinsichtlich ihres Humusgehaltes sind sie als sehr homogen anzusehen. In den Kolluvien gibt es aufgrund der Humusgehalte *keine* Hinweise auf längere Bodenbildungsphasen. Diese sollten sich in höheren Anteilen an organischer Substanz in fAh-Horizonten ausdrücken. Auch finden sich keine weiteren eindeutigen Hinweise auf pedogenetische Prozesse in den Kolluvien. Tonverlagerung im größeren Ausmaß kann ausgeschlossen werden. Nur vereinzelt treten schwach ausgeprägte Toncutane auf. Maier (1980) spricht die Oberflächenböden als kolluviale Braunerden an. Meines Erachtens ist jedoch eine in situ-Verbraunung und -Verlehmung nicht nachweisbar. Deshalb sind diese Böden lediglich als Kolluviole zu klassifizieren (vgl. Arbeitsgruppe Boden 1994: 204).

Die Acidität dieser Sedimente ist homogen. Mit pH(CaCl₂)-Werten zwischen 5,9 bis 7,5 bei einem Median von 6,5 zeigt sich fast ausnahmslos eine schwach saure bis sehr schwach saure Bodenreaktion. Mit Ausnahme zweier Proben aus dem Mittelhangprofil 7140-210 sind die Kolluvien carbonatfrei. Farblich handelt es sich meist um gelblich-braune (10YR 5/6) bis braune (10YR 4/6) Sedimente, die teilweise Hydromorphierungsmerkmale, meist flächenhaft ausgeprägte Eisenausfällungen und weniger Eisen- bzw. Mangankonkretionen, zeigen. Die Kolluvien sind ferner durch lagige Konzentrationen von Holzkohleflittern charakterisiert. In Verbindung mit diesen „Holzkohlelagen“ finden sich oft räumlich konzentrierte Vorkommen an „abgerollter“ vorgeschichtlicher Keramik²⁰⁹.

Der Übergang zu den in situ-Böden fehlt. In der Regel können keine Relikte „präkolluvialer“ Böden im Liegenden der Kolluvien nachgewiesen werden.

Bork & Rohdenburg (1979: 130) beschreiben aus niedersächsischen Lößgebieten ein vergleichbares Phänomen: „In den meisten Fällen folgt unter Kolluvium nicht ein lediglich überdecktes, aber ansonsten ungestörtes Bodenprofil, sondern vor der Überdeckung fand fast überall [...] ausgeprägte Bodenerosion statt.“ Hinsichtlich der Entstehung dieses Erscheinungsbildes lassen sich zwei Deutungsmöglichkeiten liefern: a) Erosion und Akkumulation beginnen in Hangfußbereichen und wandern mehr oder weniger gleichzeitig hangaufwärts

²⁰⁹ Als vorgeschichtlich von Herrn K. Böhm, M.A. (Kreisarchäologie Straubing-Bogen) angesprochen. Eine genaue zeitliche Einordnung der Keramik ist nicht möglich, da datierende Randstücke nicht vorkommen. Grundsätzlich weist die Abrollung der Keramik auf eine kolluviale Verlagerung hin.

oder b) zwischen einer vorhergehenden Erosions- und einer nachfolgenden Akkumulationsphase muß differenziert werden.

Einzelprofile des nördlichen Hangbereiches

Fünf Profile, von denen die laboranalytischen Standardwerte vorliegen und die vom Mittelhang zur Aue führen, sollen den Aufbau der kolluvialen Sedimente im nördlichen Hangbereich des Kleinen Laabertales veranschaulichen (vgl. Abb. 11).

In Profil 7140-205 (Kleine Laaber 5) (vgl. Kap. 9.1.1.2), gelegen im unteren Mittelhangbereich, tritt ein knapp 0,6m mächtiges Kolluvium über einem sehr carbonatreichen Löß und sehr bis extrem carbonatreichen tertiären Mergeln auf. Die liegenden Mergel (7140-205/5 bis 7140-205/9) sind in einer Mächtigkeit von mehr als 1,4m erbohrt. Sie sind in sich farblich heterogen und zeigen darüber hinaus stark schwankende Carbonatgehalte von ca. 22 bis knapp über 50%. Ebenso stark wechseln die Tongehalte von etwas über 25 bis hin zu mehr als 52%. Die Schluffanteile können bis zu 70% betragen (Schluffmergel im Sinne von **Hofmann & Spies 1992: 19**). Sie unterscheiden sich mit Korngrößenmaxima in der Mittel- und Feinschlufffraktion eindeutig von den Lössen. Die hangenden, nur noch in einer Mächtigkeit von knapp 0,3m erhaltenen gelblich-braunen Würmlösse (7140-205/4) weisen an dieser Stelle ca. 36% Carbonat auf, gegenüber knapp 20% in anderen Profilen. Der hohe Carbonatgehalt, der für Lössen untypisch hohe Feinschluffanteil von 13% sowie die Einschaltung carbonathaltiger Gesteinsbruchstücke weisen darauf hin, daß dieser Löß im Pleistozän kryoturbar/solifluidal mit den tertiären Mergeln vermischt wurde. Über dem Löß folgt ein *dreigliedriges*, carbonatarmes bis carbonatreiches Kolluvium. Der mittel kiesige IIM-Horizont (7140-205/3) setzt sich vom hangenden IIM-Horizont (7140-205/2) durch seine Konzentration an Holzkohleflittern eindeutig ab. Im stärker carbonatbeeinflussten IIM-Horizont finden sich ähnliche Kiesgehalte (knapp 30%) wie im IIIM-Horizont. Die Matrix weist jedoch geringere Sand- und höhere Schluffanteile auf. Der Ap-Horizont (7140-205/1), ein brauner, schwach sandiger Lehm ist vom liegenden IIM-Horizont durch seine geringeren Carbonatgehalte, die niedrigeren Skelettanteile und die stärkere Lößbeeinflussung eindeutig zu trennen.

Ca. 30m hangabwärts des Profils 7140-205 befindet sich Profil 7140-210 (Kleine Laaber 10) (vgl. Kap. 9.1.1.2). An dieser Stelle ist die Mächtigkeit der Kolluvien bereits auf ca. 1,3m angewachsen. Eine Mehrgliedrigkeit der nach unten hin zunehmend hydromorphen Kolluvien läßt sich eindeutig belegen. Anstelle der Lössen und tertiären Mergel im Liegenden der kolluvialen Straten sind es hier tertiäre Feldspatsande, die die anthropogen bedingten Sedimente unterlagern. Ein ungestörtes, nur überdecktes Bodenprofil fehlt in beiden genannten Profilen.

Das 75m südlich von Profil 7140-205 am Übergang vom Mittel- zum Unterhang liegende Profil 7140-206 (Kleine Laaber 6) (vgl. Abb. 22) weist bereits fast 2m mächtige, mehrgliedrige kolluviale Sedimente auf. Diese Kolluvien können über zwei ¹⁴C-Datierungen zeitlich eingehängt werden.

An der Basis der Bohrung treten rötlich-braune, sehr schwach kiesdurchsetzte tertiäre Feldspatsande der Moldanubischen Serie (7140-206/24) auf. Das Korngrößenmaximum der Sande liegt in der Mittelsandfraktion, was von **Weinig (1984: 308)** mit einer Kornverfeinerung dieser Substrate in zunehmender Entfernung vom Herkunftsgebiet begründet wird. Überlagert werden die tertiären Sande von Kiesen und Sanden (7140-206/23), wobei die Kiese fast ausschließlich aus Quarzen zusammengesetzt sind. In den Sanden überwiegen Feinsand- und Mittelsandfraktion. Dies wird als typisch für die Sande der Oberen Süßwassermolasse beschrieben (**Hofmann & Spies 1992: 18**). Möglicherweise zeugen diese Sedimente bereits vom periglazialen Geschehen und sind solifluidal verlagert worden. Im Hangenden schließt sich ein 0,5m mächtiges, stark sandig-lehmiges Paket an, das schwach mit Kiesen durchsetzt ist. In 2,3m Tiefe ist darüber hinaus eine fast reine Kieslage eingeschaltet, die diesen Profilbereich (7140-206/22 bis 7140-206/19) von den hangenden Sedimenten eindeutig abgrenzt. Die Fraktion < 2mm ist in Schicht VI (7140-206/22 bis 7140-206/19) zu fast 60% aus Sanden aufgebaut, die mit ihrer Mittel- und Feinsanddominanz wiederum ihre tertiäre Herkunft bezeugen. Schwach paust sich bereits ein Lößeinfluß (7140-206/18 bis 7140-206/17) durch. Die jüngere, erneut mit einigen Quarzen durchsetzte Fließerde ist mit über 20% Grobschluff eindeutig stärker lößbeeinflusst. Sie läßt sich von den hangenden Kolluvien eindeutig über die höheren Sandgehalte differenzieren. **Hofmann & Spies (1992: 18)** sprechen die fast ausschließlich aus Tertiärmaterial aufgebauten älteren Fließerden, hier Schicht VI, möglicherweise auch Schicht VII, als Basislagen im Sinne der **Arbeitsgruppe Boden (1994: 363)** an. Die kiesig-sandigen Molassesedimente, die bereits mit Lößlehmmaterial durchsetzt sind, können demnach als Mittellagen interpretiert werden (**Hofmann & Spies 1992: 18**). Ab 1,95m Tiefe folgt das vielgliedrige kolluviale Paket. Reste einer spätglazialen bis altholozänen Bodenbildung fehlen ebenso wie Hinweise auf carbonathaltige Lössen. Die Kolluvien setzen *unmittelbar* über den pleistozänen Fließerden ein. Das älteste Kolluvium (IVM-Sw) ist etwas mehr als 0,5m mächtig und zeigt schwache Pseudovergleichungsmerkmale. Es ist als ein schwach sandiger bis schluffiger Lehm ausgebildet, der mit wenigen Quarzkiesen durchsetzt ist. Die

kolluviale Schicht IV ist fast durchgängig von fein verteilten Holzkohleflittern durchsetzt. Holzkohleflitter aus einer Tiefe von 1,8 bis 1,95m konnten mittels AMS-Technik datiert werden und lieferten ein Alter von 8429 ± 187 BP (^{14}C). Dieses Alter ist mindestens 1500 Kalenderjahre *alter* als das Einsetzen des linienbandkeramischen Ackerbaus²¹⁰.

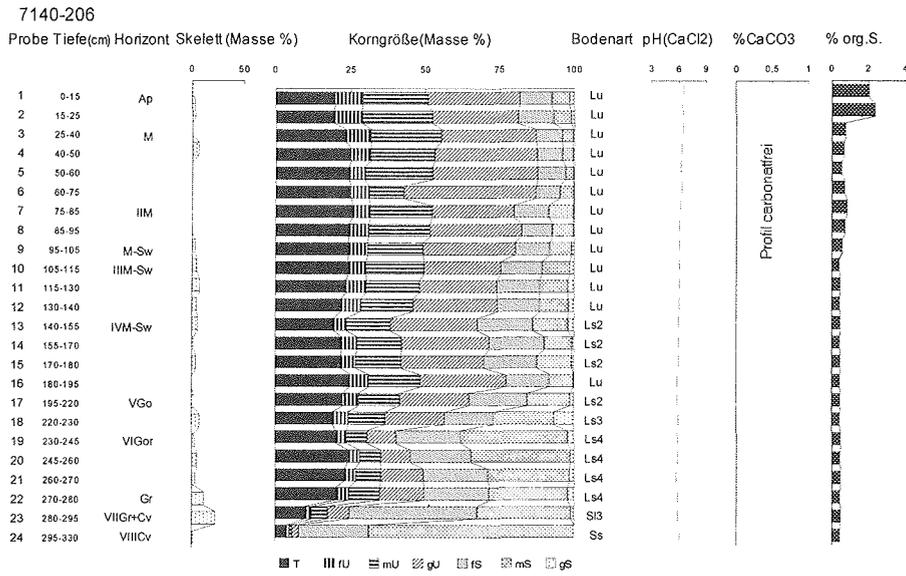


Abb. 22: Profil 7140-206 (Kleine Laaber 6)²¹¹; Laboranalytische Standardwerte.

Folgende Fragestellungen sind in Zusammenhang mit diesem Radiocarbonalter zu diskutieren:

- Gibt das Alter der Holzkohleflitter Hinweise auf mesolithische Umweltveränderungen?
- Kann es sich um Holzkohleflitter handeln, die einen natürlichen Waldbrand belegen?
- Sind diese Holzkohleflitter nachfolgend sekundär umgelagert worden und geben damit nicht das Alter der Umlagerung sondern eines früheren natürlichen oder anthropogenen Brandereignisses wieder?

Aus dem Tal der Kleinen Laaber liegen meines Wissens keine Hinweise auf eine mesolithische Nutzung vor. Allerdings kann es sich um archäologische Forschungslücken handeln. In der direkten Umgebung mesolithischer Stationen, die den Charakter „saisonaler Lagerplätze kleiner Jägergruppen“ (**Doluchanov 1981: 212**) hatten²¹², mag es durchaus zu entsprechenden lokalen Bodenzerstörungsprozessen gekommen sein. Demzufolge könnte es sich um Vorgänge der Bodenerosion als Folge der Anlage von Siedlungsplätzen und nicht als Auswirkungen ackerbaulicher Tätigkeiten, die um 8500 BP (^{14}C) noch ausgeschlossen werden, handeln.

Natürliche Waldbrände kommen gegenwärtig in Mitteleuropa im Gegensatz zu Fennoskandinavien und Nordamerika kaum vor. Lediglich 1% der aktuellen Waldbrände in Bayern werden natürlich durch Blitzschlag ausgelöst (**Ellenberg 1996: 41**). In Kiefernwäldern dürfte der Anteil natürlicher Waldbrände höher sein (vgl. **Ellenberg 1996**), wobei allerdings bereits im ausgehenden Boreal fast alle der heute vorkommenden

²¹⁰ Der linienbandkeramische Ackerbau setzt nach **Lüning (1996)** um 5500 BC (cal) ein. Als jüngstmögliches Datum der hier vorliegenden Holzkohle kann ca. 7000 BC (cal) angenommen werden (vgl. Tab. 11). Obwohl nicht bekannt ist, welche Baumart bzw. welcher Jahrringbereich datiert wurde, ist auszuschließen, daß diese Holzkohleflitter bereits mit der frühesten ackerbaulichen Nutzung des Raumes in Verbindung zu bringen sind.

²¹¹ In den Proben 206/3, /8 und /16 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

²¹² Vgl. die Angaben zu mesolithischen Siedlungsplätzen in Franken bei **Schönweiß (1967)**. Das Radiocarbonalter datiert diese Umlagerungen etwa auf den Übergang vom Früh- zum Spätmesolithikum (vgl. **Gronenborn 1997**).

Baumarten in den Waldspektren enthalten sind und Kiefernwälder nicht mehr dominieren (Küster 1995b). Deshalb kann auch nicht davon ausgegangen werden, daß im Tal der Kleinen Laaber im Boreal noch „feueranfällige“ Kiefernbestände vorgeherrscht haben. Die Sachverhalte sprechen meines Erachtens für eine *anthropogene* Bedingtheit der Holzkohleflitter.

Sekundäre Umlagerungen der Holzkohleflitter scheinen ebenfalls ausgeschlossen: Holzkohleflitter erhalten sich nur bei schneller Überdeckung durch minerogenes Material.

Die Holzkohleflitter im IVM-Sw-Horizont des Profils 7140-206 stellen aus den genannten Gründen höchstwahrscheinlich Anzeichen einer *lokalen mesolithischen Landnutzung* im Umfeld eines wohl saisonal genutzten Lagerplatzes dar. Aus dem Aufbau von Profil 7140-206 läßt sich darüber hinaus ableiten, daß diese Eingriffe bereits reliefsmodifizierend waren, da Teile der spätglazialen bis altholozänen Bodenbildung schon kurz vor oder im Zuge dieser mesolithischen Nutzung linearerosiv abgetragen wurden.

Über diesem ältesten kolluvialen Paket tritt ein jüngerer, 0,35m mächtiges Kolluvium (IIIM-Sw) auf. Es unterscheidet sich vom liegenden Sediment lediglich durch ca. 5% geringere Sandgehalte und eine etwas höhere Lößbeeinflussung. Darüber hinaus treten in diesem Profilabschnitt Holzkohleflitter eindeutig zurück. Die hydromorphen Merkmale ändern ihren Charakter nicht.

Abgelöst wird der IIIM-Sw-Horizont vom zweitjüngsten Kolluvium (IIM bzw. IIM-Sw), das von 0,75 bis 1,05m unter Geländeoberkante reicht. Dieses Kolluvium ist sowohl eindeutig von den liegenden als auch von den hangenden Sedimenten abgesetzt. Im Profilabschnitt tritt, ähnlich wie im IVM-Sw-Horizont, eine Konzentration an Holzkohleflittern auf. Ferner finden sich immer wieder kleinere Bruchstücke abgerollter, nicht näher zu datierender, vorgeschichtlicher Keramik, die in 0,75m Tiefe abrupt aufhören. Weiter zeichnen sich diese Horizonte durch bedeutend geringere Skelettgehalte aus. Sedimentologisch setzt sich der Profilabschnitt vom liegenden Profilbereich durch eine wenig stärkere Lößbeeinflussung nur schwach ab. Aus einer Profiltiefe von 0,8 bis 0,9m stammende Holzkohleflitter weisen ein frühbronzezeitliches Alter von 3627 ± 73 BP (^{14}C) auf.

Bei Geiselhöring am südlichen Ufer der Kleinen Laaber ist in der Frühbronzezeit eine intensive, aber kurzfristige Besiedlung nachgewiesen (Schaich et al. 1994). Es ist nicht auszuschließen, daß zeitgleich die nördlichen Talhänge punktuell genutzt wurden. Auf frühbronzezeitliche Siedlungen in unmittelbarer Nachbarschaft zur hier vorgestellten Catena gibt es jedoch keine Hinweise.

Schicht II des Profils 7140-206 wird aufgrund der Befunde als *frühbronzezeitliches Ackerkolluvium* gedeutet. An der Oberfläche dieses Kolluviums steigen die Gehalte an organischer Substanz (schwach) an, möglicherweise ein Hinweis auf eine kurzfristige Stabilität mit einer Bodenbildungsphase.

Über diesem frühbronzezeitlichen Kolluvium findet sich ein jüngerer kolluviales Paket (Schicht I), das bis an die Oberfläche reicht. Holzkohlen und Keramikbruchstücke fehlen. Das gelblich-braune, nicht hydromorph beeinflusste Sediment ist, mit Ausnahme des sandigeren Ap-Horizontes, in seiner Feinbodenzusammensetzung recht homogen aufgebaut: Die Sandgehalte liegen bei 13%, die Schluffanteile reichen von 62 bis 64%²¹³ und die Tongehalte pendeln um 25%. Eine kurzfristige Aktivitätsphase mit akzelerierter Umlagerungstätigkeit ist anhand der höheren Kiesanteile in 0,4 bis 0,5m Tiefe festzustellen.

Profil 7140-209 (Kleine Laaber 9) (vgl. Abb. 23, Abb. 24) befindet sich 100m südlich von Profil 7140-206 im Unterhangbereich am Übergang zum Hangfuß. Hier läßt sich trotz einer stärkeren internen Differenzierung grundsätzlich der gleiche Aufbau wie in Profil 7140-206 belegen. An der Basis der Bohrung in einer Tiefe von 2,9 bis 3,8m finden sich die mittelsandig geprägten tertiären Feldspatsande, die nach oben hin stärker mit mittel- bis feinkiesigen Quarzen durchsetzt sind. Darüber tritt ein sandiger Lehm auf, der sich auch durch den höheren Gehalt an organischer Substanz absetzt. Neben den spürbaren Feldspatsandanteilen wird hier bereits eine gewisse Lößbeeinflussung deutlich. Meines Erachtens handelt es sich um einen (spätglazialen?) fossilen Bv-Horizont, der stark hydromorph überprägt ist²¹⁴. Auf eine pedogenetische Veränderung mögen auch die niedrigeren pH(CaCl₂)-Werte von 4,8 hindeuten. Überlagert wird der fBv*Gr-Horizont von einer Fließerde, die sowohl aus Lößlehmbestandteilen als auch aus Tertiärmaterial zusammengesetzt ist. Darüber schließt sich das skelettfreie älteste kolluviale Paket (XfAh*Gr, XIGr) an, das mit dem mesolithischen Kolluvium aus Profil 7140-206 konnektiert wird. Dieses Kolluvium ist hier jedoch zweigeteilt und darüber hinaus von einer Bodenbildung erfaßt, die in Profil 7140-206 nicht nachweisbar ist²¹⁵. In dem Sediment, das durch Holzkohle, Holzstückchen und Pflanzenreste charakterisiert ist, hat sich ein fAh-Horizont mit 2,1% organischer Substanz entwickelt. Darüber findet sich ein feinsandiges (kolluviales) Spülsediment, das frei von Holzkohleflittern ist (IXGr, 7140-209/13). Weiter folgen acht, granulometrisch trennbare Kolluvien. Die Horizonte VM (7140-

²¹³ In der Zusammensetzung der Schlufffraktion setzt sich einzig Probe 7140-206/6 mit höheren Grobschluff- und entsprechend geringeren Mittelschluffanteilen ab.

²¹⁴ Grundwasser zum Zeitpunkt der Profilaufnahme in 2,25m anstehend.

²¹⁵ Kraft der in situ-Bodenbildung wird deshalb auf die Verwendung des Hauptsymbol M verzichtet.

209/7) und IIIM (7140-209/5) weisen durch ihre hohen Kiesgehalte von 26,4% (VM) und 14,7% (IIIM) auf jeweils kurzfristige Aktivierungen des Abtragungsgeschehens hin.

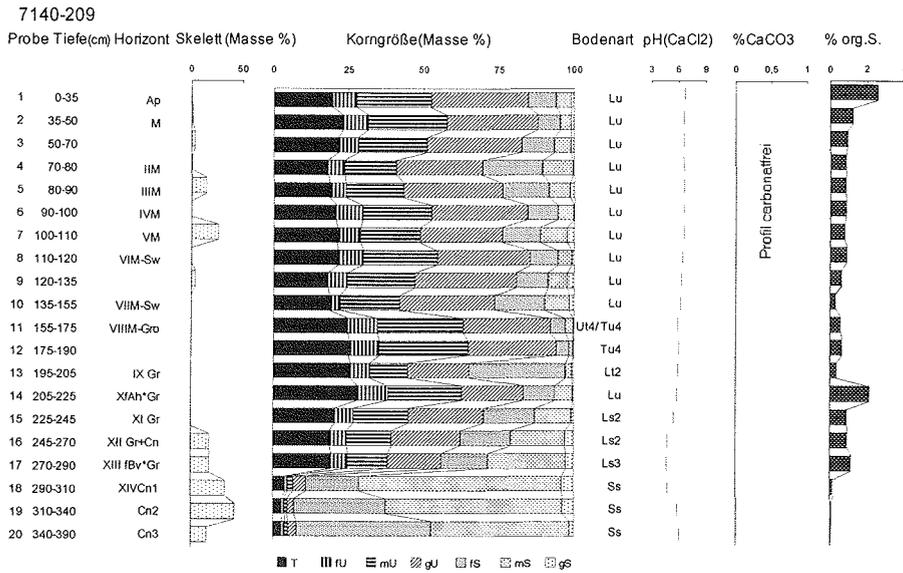


Abb. 23: Profil 7140-209 (Kleine Laaber 9)²¹⁶: Laboranalytische Standardwerte.

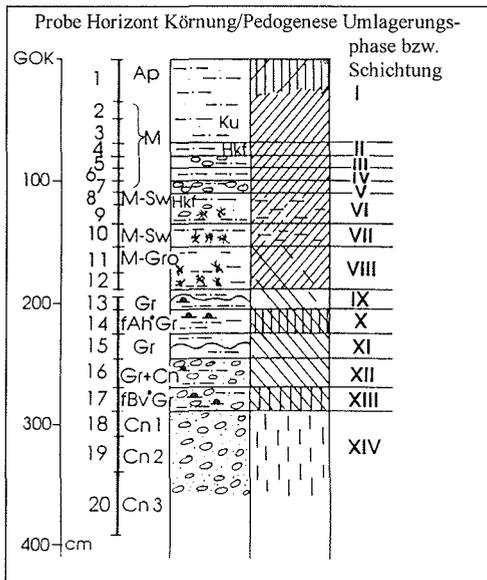


Abb. 24: Profil 7140-209 (Kleine Laaber 9).

²¹⁶ In den Proben 209/1, /10, /11, /12, /14 und /15 treten Skelettanteile von < 1 Gew.-% auf. Sie sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

Dies wird auch aus der Zusammensetzung der Feinerdefraktion mit höheren Sandgehalten im Vergleich zu den liegenden Sedimenten deutlich.

Das Äquivalent des frühbronzezeitlichen Kolluviums in Profil 7140-206 findet sich in einer Tiefe von 0,7 bis 0,8m (7140-209/4). Zwar ist das Sediment etwas sandiger als in Profil 7140-206 ausgeprägt, doch tritt ebenfalls die auffallende Konzentration an Holzkohle(flittern) und Keramikbruchstücken auf. Eine Parallelisierung auch ohne Absolutdatierungen ist zweifelsfrei vertretbar.

Abgeschlossen wird Profil 7140-209 durch das jüngste (\pm rezente) schluffig-lehmige Kolluvium mit einer nur geringen Anzahl an Holzkohleflittern. Erneut ist der Ap-Horizont (7140-209/1) etwas sandiger ausgeprägt als der liegende M-Horizont (7140-209/2). Im Vergleich zu Profil 7140-206 mit einer ähnlichen Abfolge läßt sich in Profil 7140-209 aufgrund seiner Reliefposition zwischen dem mesolithischen Umlagerungshorizont und dem frühbronzezeitlichen Kolluvium eine stärkere Differenzierung der kolluvialen Straten belegen. Sie zeigt, daß sich an diesem Hang *zwischen Mesolithikum und Frühbronzezeit ausgeprägte Abtragungs- und Akkumulationsprozesse* ereigneten.

Durch tonmineralogische Untersuchungen (vgl. Abb. 25, Abb. 26, Abb. 27) sollte einerseits versucht werden, pedogenetische Prozesse in den Kolluvien zu erfassen und andererseits die vorwiegend granulometrisch begründete Ausweisung von Schichtwechselln zu überprüfen.

Die röntgendiffraktometrische Bestimmung der silikatischen Tonminerale kann allerdings weder eine pedomilieubedingte Transformation dieser Minerale belegen noch einen Schichtwechsel. Profil 7140-209 zeigt ein fast durchgängig homogenes Tonmineralspektrum. Lediglich die stärker tertiär beeinflussten Sedimente im Liegenden setzen sich ein wenig von den lößdominierten Kolluvien ab. In den Profilen treten durchweg Anteile an Kaolinit (Reflex bei 0,7nm), Illit (Reflex bei 1,0nm)²¹⁷ und 1,4nm-Mineralen auf (vgl. Abb. 25). Wechsellagerungsminerale (mixed layer) fehlen fast vollständig. Quarz läßt sich in der Tonfraktion untergeordnet belegen (Reflex bei 0,426 und bei 0,333nm, bei letzterem allerdings wird der Quarzreflex überlagert durch einen identischen Reflex von Illit). Feldspäte treten im Spektrum der Tonfraktion nicht auf. Die 1,4nm-Komponente der magnesiumbelegten Präparate läßt sich sowohl durch Kaliumbelegung als auch durch Quellung in einer Ethylenglykolatmosphäre weiter differenzieren.

Die Weitung der Präparate (vgl. Abb. 26) zeigt, daß sich die 1,4nm-Mineralen sowohl aus quellfähigen als auch aus nicht quellfähigen Bestandteilen zusammensetzen. Die quellfähige Komponente zeigt Aufweitungserscheinungen auf ca. 1,7nm. Sie ist in den Proben 7140-209/2 sowie 209/4 nur recht schwach ausgeprägt. Aller Wahrscheinlichkeit nach handelt es sich bei diesen aufweitbaren Tonmineralen um Smectite, die vor allem an die Feintonfraktion gebunden sind (vgl. **Niederbudde & Schwertmann 1980, Dobler & Völkel 1994**). Auch dioktaedrische, niedriggeladene Vermiculite können ein ähnliches Quellungsverhalten zeigen. In Anlehnung an die Angaben von **Niederbudde & Schwertmann (1980)** ist von einer quellfähigen smectitischen Komponente in Lössen und Lössderivaten auszugehen. Bei den nicht quellfähigen 1,4nm-Mineralen des Spektrums handelt es sich, wie die kaliumbelegten Präparate sicher belegen, fast ausschließlich um hochgeladene Vermiculite. Chlorit als nicht quellfähige Komponente der 1,4nm-Mineralen tritt, eindeutig nachweisbar, lediglich in den Proben 209/14 bis 209/16 auf. Spuren dieses 2:1:1 Mineralen kommen aber auch in anderen Profilbereichen vor, wie neben Reflexen bei 1,4nm auch (schwache) Reflexe bei 0,283nm nach der Kaliumbelegung zeigen (Abb. 27). Als Schichtungsnachweis kann Chlorit allerdings nicht herangezogen werden. Allein aufgrund der kaliumbelegten Präparate ist nicht belegt, ob es sich um primäre (lithogene) oder sekundäre (pedogene) Varianten der Chlorite handelt²¹⁸. **Blum (1976)** gibt als Entstehungsbedingungen für sekundäre Chlorite aus Dreischichtmineralen pH-Werte von ca. 5 bis 6 (Silikatpufferbereich) an. In einigen Profilbereichen ist dieses Pedomilieu vorhanden. Nach **Hofmann & Spies (1992)** sind jedoch sowohl in der Tonfraktion der Lössen als auch der Sedimente der Oberen Süßwassermolasse (lithogene) Chlorite in geringen Mengen erfaßt, so daß es sich in Profil 7140-209 eher um primäre Chlorite handeln dürfte.

Die Untersuchung der Tonminerale in den Kolluvien gibt zwar einen Überblick über die Zusammensetzung der silikatischen Minerale der Tonfraktion. Allerdings sind diese Straten tonmineralogisch zu homogen, als daß Tonminerale als Indikatoren für einen Schichtungsnachweis herangezogen werden könnten. Eine pedogenetische Transformation der Tonminerale in den Kolluvien ist gleichfalls nicht belegbar.

²¹⁷ Nach **Kallenbach (1965: 590)** liegt in den südbayerischen Lössen wahrscheinlich ein verwitterungs-resistenter, dioktaedrischer (Muskovit)-Illit vor.

²¹⁸ Dazu ist eine entsprechende Temperung der Tonpräparate unabdingbar.

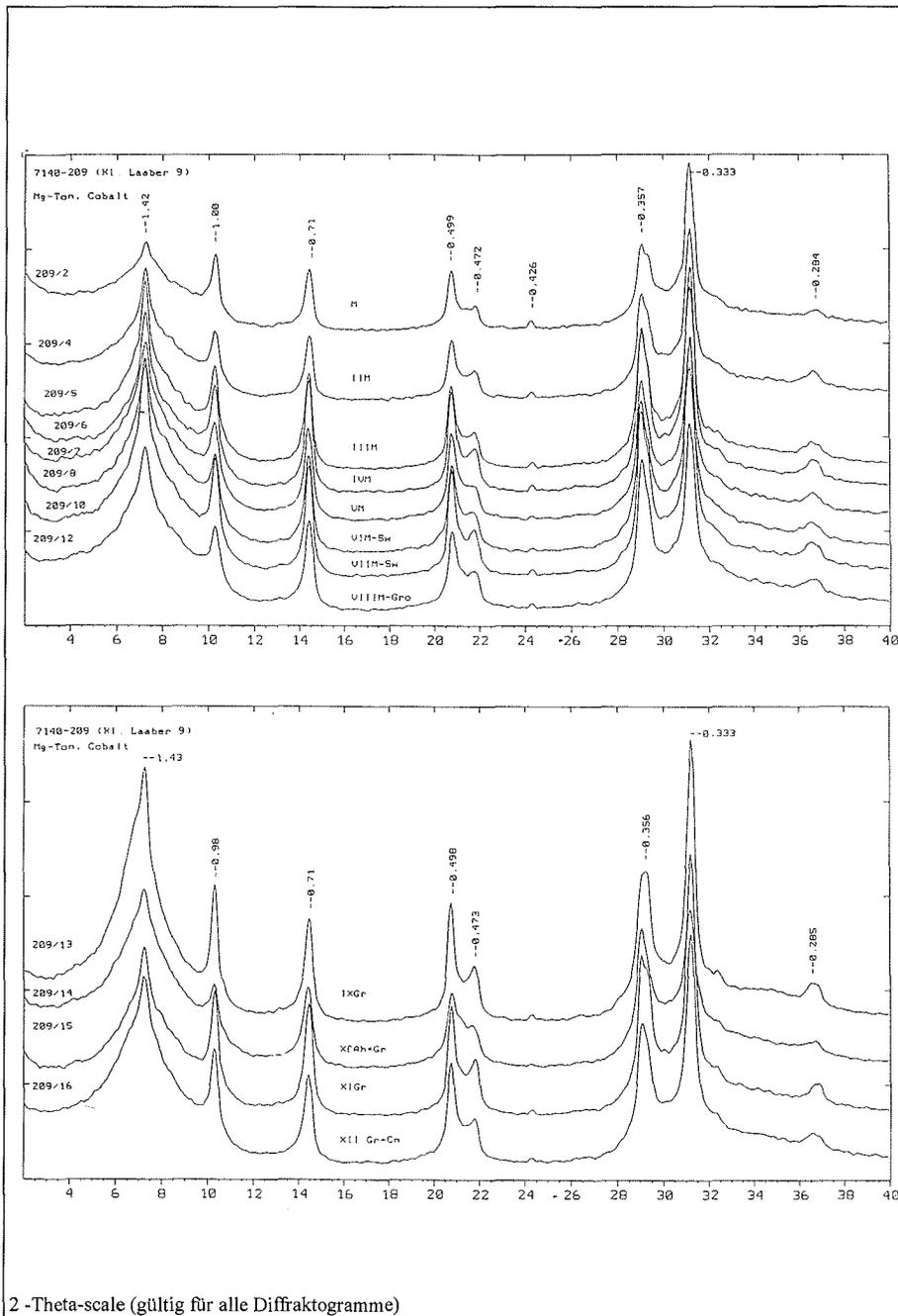


Abb. 25: Diffraktogramme des Profils 7140-209 (Kleine Laaber 9): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion $< 2\mu\text{m}$).

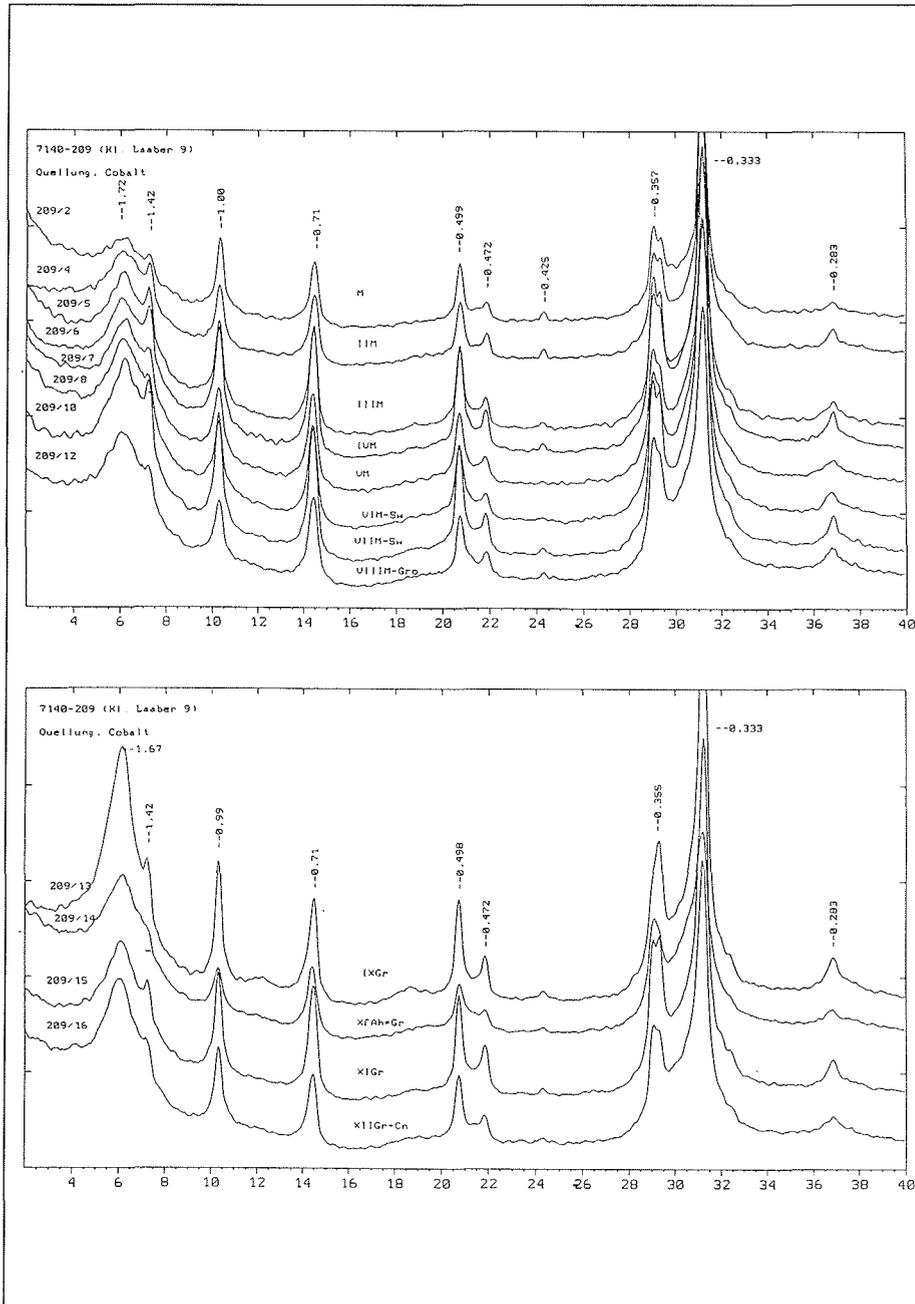


Abb. 26: Diffraktogramme des Profils 7140-209 (Kleine Laaber 9): Quellungspräparate (Tonfraktion <math>< 2\mu\text{m}</math>).

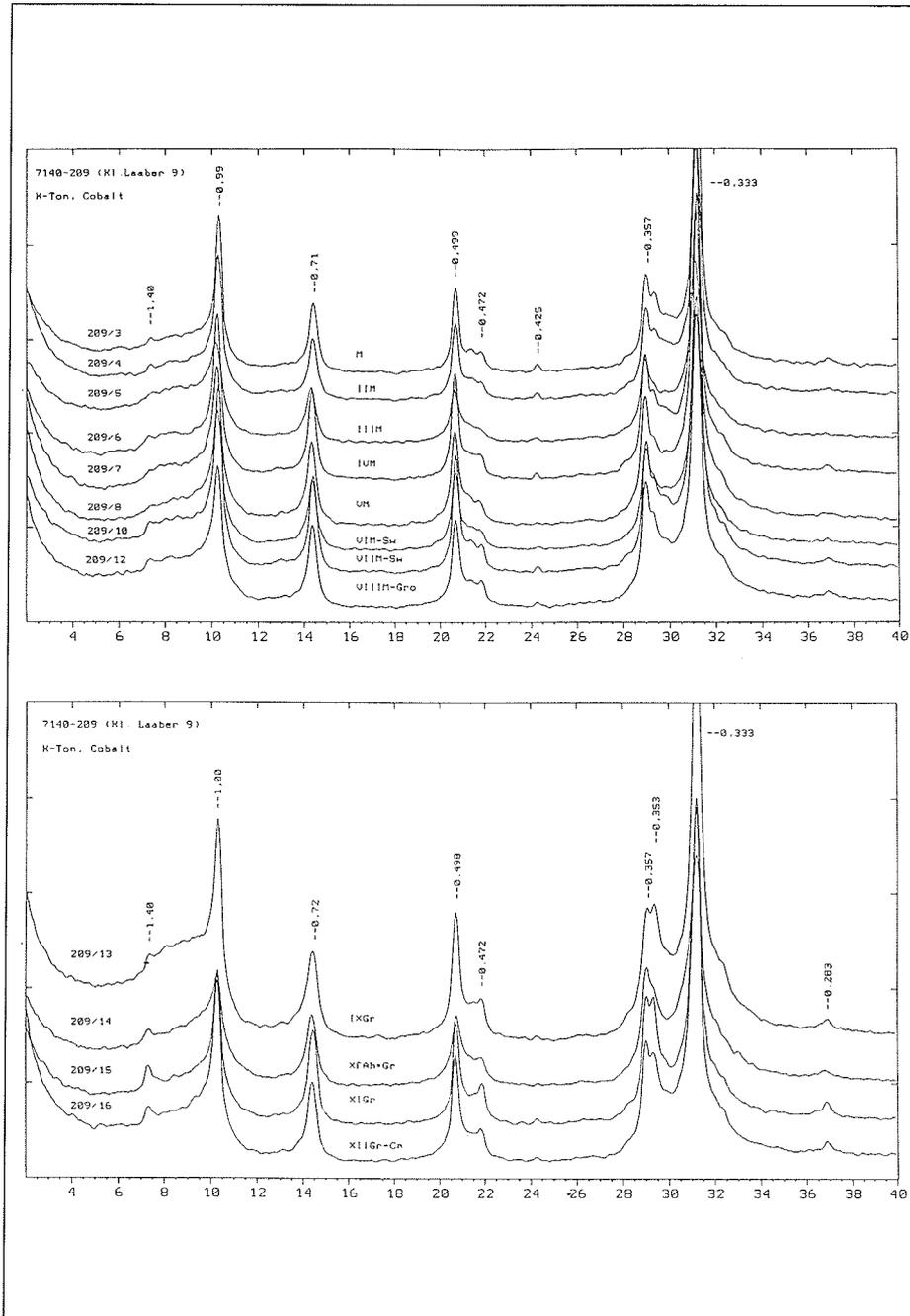


Abb. 27: Diffraktogramme des Profils 7140-209 (Kleine Laaber 9): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion <math>< 2\mu\text{m}</math>).

134 5 Ergebnisse

Das knapp 3m mächtige, etwa 50m südlich von Profil 7140-209 gelegene Bohrprofil 7140-208 (Kleine Laaber 8) (Abb. 28, Abb. 29) leitet bereits von den kolluvialen Hangsedimenten zu den Auensedimenten über.

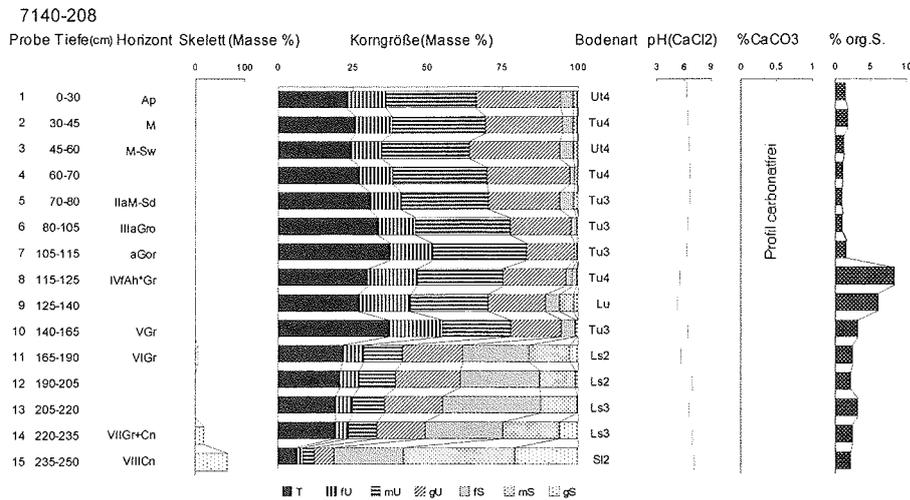


Abb. 28: Profil 7140-208 (Kleine Laaber 8)²¹⁹; Laboranalytische Standardwerte.

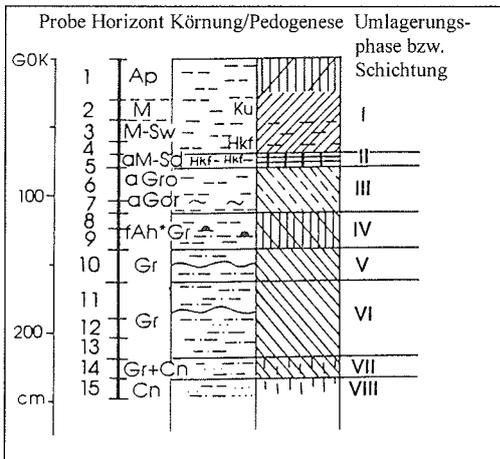


Abb. 29: Profil 7140-208 (Kleine Laaber 8).

An der Profilbasis tritt ab einer Tiefe von 2,35m der Talauenschotter (7140-208/15) mit einem Kiesanteil (fast ausschließlich aus Quarzen) von knapp 70% und einem schwach lehmigen Sand in der Feinerdefraktion auf. Der Talauenschotter ist an dieser Stelle humos geprägt und mit pflanzlichen Makroresten durchsetzt. Ein schwächer sandig ausgeprägter, kiesig beeinflusster Verzahnungshorizont (7140-208/14) mit einer Mächtigkeit von lediglich 0,15m schließt den Talauenschotter nach oben hin ab. Im Hangenden folgt ein oliv-schwarzer Reduktionshorizont (VIGr) mit einer Mächtigkeit von 0,55m. Dieser Horizont ist mit Gehalten an organischer Substanz zwischen 2,3 und 3,2% humos und sandig-lehmig ausgebildet. Zum hangenden Horizont ist er durch eine Kieslage eindeutig abgegrenzt. Die Korngrößenverteilung belegt diesen Horizont als lehmige Variante der

²¹⁹ In den Proben 208/1, /2, /3, /5, /7, /12 und /13 treten Skelettanteile von < 1 Gew.-% auf. Sie sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

sandigen Auensedimente der Talauenprofile. Er geht in einen schluffig-tonigen Auenlehm (VGr) über, der in einer Tiefe von 1,15 bis 1,4m sehr stark humos wird (bräunlich-schwarzes (2,5Y 3/1) bis oliv-schwarzes (5GY 3/2) humoses Auensediment) (fAh*Gr). Dieses Sediment weist für Auenlehme mit 27 bis 39% vergleichsweise geringe Tongehalte auf, was meines Erachtens sowohl auf die Talrandlage des Profils als auch auf kolluviale Beeinflussung aus den angrenzenden Hangbereichen zurückzuführen ist. Auch die folgenden, weniger stark humos geprägten Sedimente (IIaGro und IIaM-Sd) zeigen *nicht* die typische Körnung der Hochflutsedimente der Kleinen Laaber, sondern zeugen von einer gewissen, allerdings nicht genau quantifizierbaren kolluvialen Beeinflussung. Von den „Standard“-Auenlehmen setzen sich diese Sedimente zudem durch ihre hohen Anteile an Holzkohleflittern ab, die sich im IIaM-Sd-Horizont konzentrieren. Darüber folgt ein kolluviales Sedimentpaket (7140-208/4 bis 7140-208/1), das in einer Tiefe von 0,6 bis 0,7m durch eine Konzentration an Holzkohleflittern charakterisiert ist. In einer Tiefe von ca. 0,4m auftretende Ziegelstücke belegen das junge Alter des oberen Bereichs der kolluvialen Sedimente. Im Vergleich zu den Hangkolluvien in den Profilen 7140-206 und 7140-209 sind diese Sedimente toniger ausgebildet, was auf eine transportbedingte Korngrößen-differenzierung zurückzuführen ist.

Der Aufbau von Profil 7140-208 stellt eine, auch morphologisch gut erkennbare Schwemmfächersituation dar. Allerdings läßt sich der Einfluß kolluvialer Sedimente zweifelsfrei erst für die obersten 0,7m des Profils belegen. In tieferen Profilvereichen sind zwar Beeinflussungen durch Hangkolluvien zu vermuten, aber es gibt dafür keine eindeutigen Belege. Auf Grundlage dieser Beobachtungen ist davon auszugehen, daß der Schwemmfächer erst nach dem Beginn der Auenlehmsedimentation gebildet wurde, also auf jeden Fall jünger als 2500 BP (^{14}C) ist.

Auch unter dem Binokular finden sich in diesem 0,7m mächtigen, stark lößbeeinflussten Sediment *keine* Hinweise auf Tonverlagerungsprozesse. Dies ist ein zusätzlicher Hinweis auf eine eher mittelalterliche als spät-latène-/römerzeitliche Schwemmfächerbildung.

Eine Verzahnung von Schwemmfächerbildungen mit Auensedimenten beschreiben u.a. **Hempel (1956)** an der Leine, **Brunnacker et al. (1976)** an der Saalach, **Rother (1989b)** an der Ilme und **Thomas (1993)** im Gebiet der Oberweser. Das Alter der Schwemmfächerbildung variiert sehr stark, zumeist in Abhängigkeit von der lokalen anthropogenen Nutzung. Teilweise lassen sich darüber hinaus unterschiedlich alte Schwemmfächergenerationen ausgliedern (u.a. **Rother 1989b**).

Zur Differenzierung pedogenetischer Prozesse wurde an Profil 7140-208 ferner eine Bestimmung der pedogenen Oxide durchgeführt (vgl. Abb. 30, Abb. 31, Abb. 32)²²⁰.

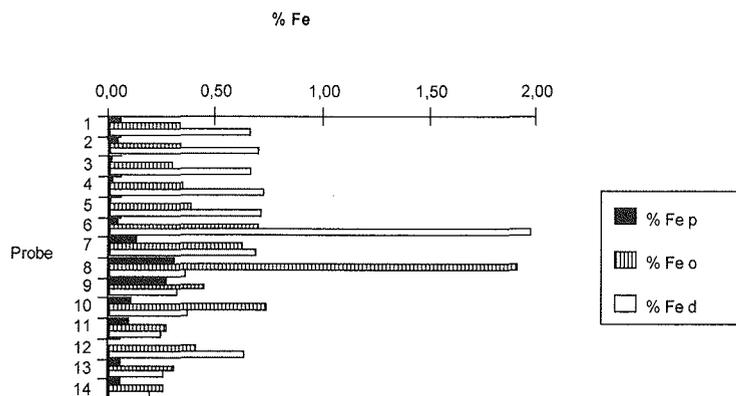


Abb. 30: Profil 7140-208 (Kleine Laaber 8): Pedogenes Eisen - Anteile der unterschiedlich gebundenen Fraktionen.

²²⁰ Vorgestellt werden lediglich die pedogenen Eisenfraktionen, da sich die niedrigen Gehalte an Aluminium (mit Gesamtwerten von < 0,4%) und Mangan (mit Gesamtwerten von < 0,1%) einer Diskussion entziehen.

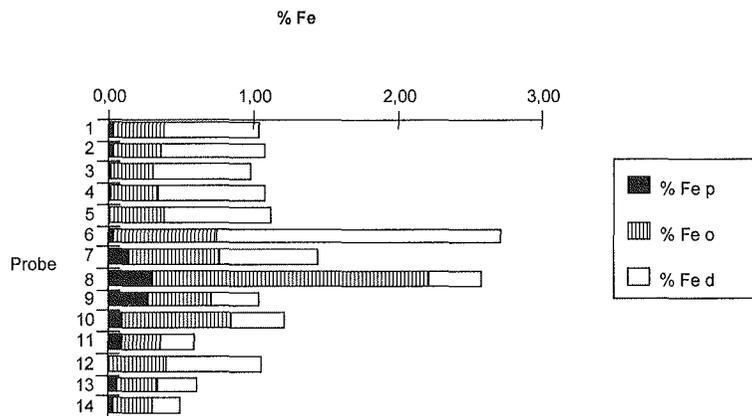


Abb. 31: Profil 7140-208 (Kleine Laaber 8): Tiefenverlauf des pedogenen Eisens.

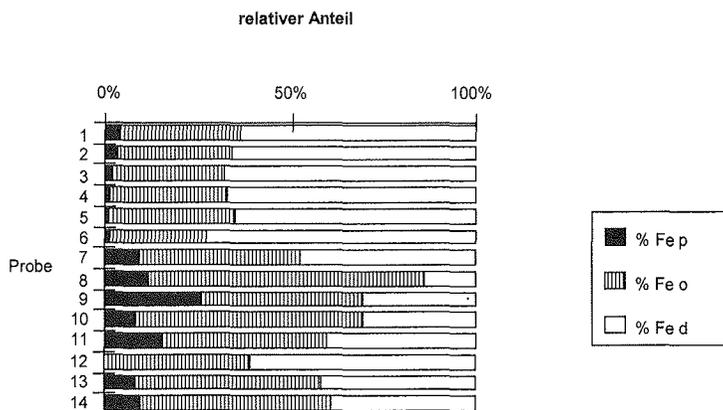


Abb. 32: Profil 7140-208 (Kleine Laaber 8): Relativer Anteil der unterschiedlichen Fraktionen des pedogenen Eisens.

Der Anteil der pyrophosphatlöslichen, an organischen Komplexen gebundenen Eisenfraktion (Fep) ist gering. Er beträgt in der Regel weniger als 0,1%. Lediglich in den stärker humos geprägten Auensedimenten (IVfAh*Gr) steigt der Anteil der Fraktion auf ca. 0,3%, womit ihre Beziehung zur humosen Substanz der Böden deutlich wird. Ihr relativer Anteil (vgl. Abb. 32) am Gesamtgehalt beträgt in den kolluvialen Substraten (7140-208/4 bis 7140-208/1) weniger als 5%, steigt dann im fAh*Gr-Horizont (7140-208/9) auf 25% an, um sich in den sandigen Auensedimenten, die etwas humoser als die Kolluvien sind, auf Werte zwischen 8 und 15% einzupendeln. Die Gehalte an oxalatlöslichem Eisen (Feo) zeigen in den kolluvialen Straten (7140-208/4 bis 7140-208/1) keine Tiefenfunktion und liegen regelhaft bei ca. 0,3 bis 0,4% (vgl. Abb. 30). Eine entsprechend gleichförmige Verteilung zeigt auch das dithionitlösliche Eisen (Fed) in den obersten 0,7m dieses Profils. Die Fed-Werte schwanken nur geringfügig um 0,7%. Dementsprechend liegt der modifizierte Aktivitätsgrad der sequentiellen Extraktion regelhaft bei 0,5. Aus dem Tiefenverlauf von Feo und Fed in den kolluvialen Horizonten ist bezüglich der pedogen bedingten Transformation und Verlagerung der Eisenoxide *kein* Rückschluß auf pedogenetische in situ-Prozesse zu ziehen. Bei einer Lessivierung wäre es zu einer Verlagerung von Fed zusammen mit Ton gekommen. Diese Verlagerung hätte sich sowohl im Tiefenverlauf der Fed-Werte (vgl. **Blume & Schwertmann 1969**) als auch in Veränderungen des Aktivitätsverhältnisses

ausgedrückt. Der relative Anteil der Feo-Fraktion am Gesamteisengehalt ist ab dem stärker grundwasserbeeinflussten Bereich des Profils (ab 7140-208/7) höher als jener von Fed (vgl. Abb. 32). Im Grundwasserschwankungsbereich des Profils zwischen 0,8 und 1,2m treten darüber hinaus mit 1,45% (7140-208/7) bis 2,71% (7140-208/8) die höchsten Gesamtgehalte an Eisen auf. Die Verteilung der Eisenoxide wird hier entscheidend durch die hydromorphen Prozesse gesteuert. Aus dem Tiefenverlauf des Gesamtgehaltes an Eisen (Abb. 31) zeigt sich, daß der Grundwasserschwankungsbereich den fAh*Gr-Horizont noch einschließt. Dies wird profilmorphologisch durch die höheren Anteile an organischer Substanz maskiert. Die geringeren Eisengehalte in den Gr-Horizonten beruhen auf Sauerstoffmangel, der zur Lösung von Eisen führt. Das Eisen steigt mit dem Grundwasser kapillar auf und wird im Go-Horizont an jenen Orten als Oxid gefällt, wo es mit Luftsauerstoff in Berührung kommt (Scheffer & Schachtschabel 1992: 426). In den Eisenoxidanreicherung der Go-Horizonte tritt vor allem der oxalatlösliche Ferrihydrit (Borggaard 1988: 88) auf, der als „junges Fe-Oxid angesehen werden“ kann (Scheffer & Schachtschabel 1992). Im fAh*Gr-Horizont kommen mit 1,91% die höchsten Feo-Gehalte und damit höchstwahrscheinlich die stärksten Ferrihydritanteile vor. Die Untersuchung der Eisenoxide belegt keine bedeutende Pedogenese in den Kolluvien. Die vertikale Verteilung des Eisens wird in tieferen Profilbereichen hauptsächlich durch hydromorphe Prozesse gesteuert, was zu einer Anreicherung in den Go-Horizonten und zu einer Abreicherung in den Gr-Horizonten führt. Die Tiefenverteilung von Fe_p ist weniger durch diese Prozesse als durch den wechselnden Anteil an organischer Substanz bedingt.

5.1.1.2.2 Kolluvien am nördlichen Talhang der Kleinen Laaber - Zusammenfassung und Diskussion

An einem nördlichen Talhang finden sich über der Aue der Kleinen Laaber im Unterhang- bis Hangfußbereich bis zu 2,5m mächtige kolluviale Verfüllungen einer pleistozänen Delle. Das Alter dieser Kolluvien belegt, daß es schon in prähistorischer Zeit zu einer bedeutenden Landschaftsumgestaltung gekommen ist. Im Liegenden der Kolluvien sind *keine* fossilen spätpleistozänen bis altholozänen Böden erhalten. Diese Böden sind vor Ablagerung der kolluvialen Sedimente bereits abgetragen worden. Deshalb können keine Rückschlüsse auf den Zustand der Böden im Boreal gezogen werden. Es ist allerdings davon auszugehen, daß es im Würmglazial in diesem Hangfußbereich ebenso wie - in Bohrungen nachgewiesen - an den Hangflanken dieser Delle zu einer geringmächtigen Ablagerung carbonathaltigen Lösses gekommen ist. Wie die Radiocarbonatierungen an Holzkohleflittern aus den ältesten Kolluvien belegen, muß die (lineare) Erosion der Böden vor mehr als 8500 BP (¹⁴C) abgelaufen sein. Auf fehlende, d.h. abgetragene fossile Böden im Liegenden kolluvialer Straten weisen u.a. Bork & Rohdenburg (1979) hin. Die „kolluviale Geschichte“ des Hanges beginnt bereits um 8500 BP (¹⁴C) mit der Ablagerung mesolithischer Kolluvien. Diese Ablagerung dürfte sich *unmittelbar* an die vorhergehende Ausräumung angeschlossen haben. Kolluvien ähnlichen Alters werden u.a. auch von Giessübel (1977), Bleich & Papenfuß (1995) und Semmel (1995)²²¹ vorgestellt. Das Alter dieser Kolluvien kann nicht mit dem frühesten linienbandkeramischen Ackerbau dieser Region zusammengebracht werden. Meines Erachtens handelt es sich dabei aber *nicht* zwangsläufig um einen Hinweis auf prälinienbandkeramischen Ackerbau. Auch in der Umgebung saisonaler mesolithischer Siedlungsplätze kann es sicher zu lokalen Bodenzerstörungen gekommen sein. Schönweiß (1967: 9) weist darauf hin, daß sich vor allem entlang der Flüsse und an Mündungen kleinerer Zuflüsse mesolithische Siedlungsspuren finden lassen. Auch wenn (bislang) keine archäologischen Befunde für eine mesolithische Besiedlung vorliegen, besteht dennoch die Möglichkeit mesolithischer Bodenzerstörungen. Bis zur Sedimentation des frühbronzezeitlichen Kolluviums in durchschnittlich 0,8 bis 1,0m Tiefe läßt sich eine wechselvolle Sedimentationsgeschichte dokumentieren. Aktivitätsphasen sind durch stärker kiesige Schichten belegt (vgl. Dieckmann 1995: 33). Zwischen den beiden

²²¹ Im Gegensatz zur hier vorliegenden Arbeit, in der auf die Datierung von Holzkohleflittern zurückgegriffen wird, wurden die Radiocarbonatierungen bei Giessübel (1977), Bleich & Papenfuß (1995) und Semmel (1995) an humosen Materialien durchgeführt (vgl. Diskussion bei Stäuble 1995).

absolutdatierten vorgeschichtlichen Kolluvien sind keine Bodenbildungen nachweisbar. Meines Erachtens ist davon auszugehen, daß aus dem Unterhangbereich immer wieder Material in die distalen Auenbereiche transportiert wurde. An diesem Standort mit Durchgangs-Akkumulations-Bedingungen waren damit die Prozesse von Akkumulation und Abtragung in 5000 Jahren zwischen 8500 BP (¹⁴C) und 3500 BP (¹⁴C) insgesamt *bedeutender* als die in situ-Pedogenese. Ferner kam es *nicht* zu einer so starken linienhaften Erosion, daß die ältesten Kolluvien erneut abgetragen worden wären. Eine ähnlich phasenhafte Ablagerung kolluvialer Sedimente in pleistozänen Dellen schildern **Lüning et al. (1971)**. Allerdings sind dort, mit Ausnahme einer kräftigen Ausräumungsphase an der Wende Bronze-/Eisenzeit, die Kolluvien ungestört übereinander gestapelt und durch entsprechende fossile Bodenbildungen gegliedert (**Lüning et al. 1971: 49**). Befunde von **Vogt (1995)** weisen ebenfalls auf eine phasenhafte Ablagerung kolluvialer Sedimente hin, ohne daß intensivere Ausräumungsphasen vorzufinden sind. Dies liegt teilweise sicher auch in der sich vermindernenden Reliefenergie begründet, die im Zuge der Ablagerung kolluvialer Sedimente zu einer Aufhöhung der Akkumulationsbereiche führt.

Das frühbronzezeitliche Kolluvium, das sich aufgrund seiner Ausprägung (Konzentration an Holzkohlen, abgerollte Keramik) eindeutig von den jüngeren und älteren Sedimenten absetzt, liegt lediglich in einer Tiefe von ca. 1m. Das heißt, daß die holozäne Dellenentwicklung an diesem Standort zu einem überwiegenden Teil bereits in vorgeschichtlicher Zeit *abgeschlossen* war.

Auch in den jüngeren, teilweise historischen Kolluvien sind keine eindeutigen Merkmale für eine in situ-Pedogenese zu erkennen. Die Untersuchung der Tonminerale kann weder Hinweise auf Bodenbildungsprozesse in den Kolluvien geben, noch kann sie zur Abgrenzung einzelner kolluvialer Schichten beitragen.

Insgesamt läßt sich eine bereits in vorgeschichtlicher Zeit weit fortgeschrittene Reliefveränderung nachweisen. Intensive Zerrunsungsprozesse treten in den letzten 8500 Jahren nicht auf. In den Kolluvien sind keine ausgeprägten Hinweise auf Bodenbildungsprozesse festzustellen. Meines Erachtens ist dies eher ein Hinweis auf Phasen, in denen aus der Delle Material in die Aue ausgetragen wurde, als auf eine *durchgängig* fehlende Vegetationsbedeckung, die ebenfalls eine fortgeschrittene Bodenbildung verhindert hätte (vgl. **Bork 1988**). An weiteren Standorten im Tertiärhügelland wird geprüft, ob es sich hierbei um ein singuläres Phänomen handelt oder ob hiermit bereits Grundzüge einer quasinatürlichen holozänen Reliefentwicklung im Untersuchungsgebiet angesprochen werden können (vgl. Kap. 5.2).

Im Tal der Kleinen Laaber bleibt zunächst der (scheinbare) Widerspruch relativ alter Hangkolluvien (ca. 8500 Jahre) und vergleichsweise junger Auenlehme (ca. 2500 Jahre) bestehen. Hier spielt die Ausgestaltung des spätpleistozänen Paläoreliefs eine bedeutende Rolle. Die pleistozänen Dellen stellen primäre Senken innerhalb eines Kaskadensystems (vgl. **Chorley et al. 1984**) dar. Erst nach Verfüllung dieser unmittelbaren Auffangbecken oder zwischenzeitlich kurzfristig bei Ereignissen mit außergewöhnlich hohem Abfluß gelangen die Sedimente in die nächsttieferliegende Sedimentfalle, die Aue.

Auch präsubatlantische Sedimente sind als Folge der prähistorischen Bodenerosion sicher zu geringeren Anteilen in die Aue transportiert worden. Sie können allerdings bei Geiselhöring *nicht* belegt werden und machen zweifellos nur einen unbedeutenden Teil im Vergleich zu den subatlantischen Auenlehmen aus. Nach Verfüllung der pleistozänen Dellen wurden die Hangsedimente in größeren Mengen in die Aue transportiert und bildeten später (mittelalterlich?) an den Talausgängen Schwemmfächer. Darin sind ebenso wie in den Kolluvien keine Hinweise auf stärkere in situ-Bodenbildungsprozesse zu finden. Auch die Untersuchung der pedogenen Oxide gibt hierauf keine Hinweise.

Ursprünglich in Zusammenhang mit der knapp 1000m hangaufwärts vorkommenden Viereckschanzen vermutete latènezeitliche Kolluvien konnten nicht belegt werden. Im folgenden soll

das engere Umfeld dieses Erdwerks genauer betrachtet werden; unter besonderer Berücksichtigung der Bodenbildungsprozesse.

5.1.1.3 Böden und Bodenerosion an der spätlatènezeitlichen Viereckschanze bei Sallach

5.1.1.3.1 Aufbau der Böden

Überblick

Die spätlatènezeitlichen Viereckschanzen befinden sich in etwa 400m NN, ca. 50m über der Talaue der Kleinen Laaber (vgl. Abb. 10). Sie liegen in einem reinen Fichtenareal. Vorgestellt wird eine Catena, die die Vordere Doppelschanze in west-östlicher Richtung quert (Abb. 33). Hier werden die Böden und ihr Entwicklungszustand nach folgenden Gesichtspunkten untersucht:

- Natürliche spätpleistozän-holozäne Bodenentwicklung außerhalb des keltischen Erdwerks,
- Böden in verschiedenen Innenbereichen der Schanze,
- Bodenentwicklung im Aufschüttungsmaterial der Wälle,
- fossile Böden im Liegenden der Wallanlagen und
- Bodenbildungen in den Grabenverfüllungen, die zu den Wällen gehören.

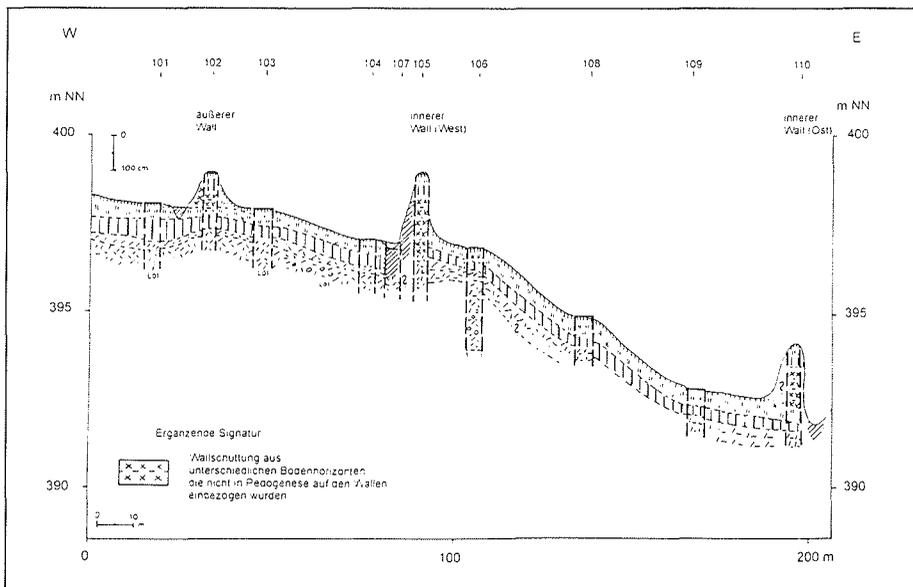


Abb. 33: Catena durch die Vordere Schanze bei Sallach.

Ausgangssubstrate der natürlichen und „anthropogen induzierten“ Pedogenese stellen carbonathaltige Löss- und periglaziale Lösslehmfließerden mit wechselnden, aber insgesamt geringen Anteilen an tertiären Sedimenten dar. Flächenmäßig nehmen carbonathaltige Löss- im Umfeld der spätlatènezeitlichen Viereckschanze bedeutend geringere Areale ein als (carbonatfreie) Lösslehmfließerden.

Als natürliche Böden haben sich aus diesen bodenbildenden Substraten Parabraunerden mit einer Solummächtigkeit von ca. 0,9m entwickelt. Die Al-Horizonte erosiv nicht verkürzter Parabraunerden sind meist 0,4 bis 0,5m mächtig. Ihre Tongehalte betragen in Abhängigkeit vom bodenbildenden Substrat etwa 20%. Bedingt durch die niedrigen pH(CaCl₂)-Werte der Ah-Horizonte von ca. 3,1 bis 3,7, die bereits den Aluminium-Eisen-Pufferbereich dieser Waldböden dokumentieren, sind die Oberbodenhorizonte regelhaft schwach podsolig.

Die Mächtigkeit der Bt-Horizonte liegt ebenfalls bei ca. 0,4m. Es treten in der Regel Tongehalte von 35 bis 40% auf. Bt-Horizonte der rezenten Parabraunerde zeigen kaum Pseudovergleyungserscheinungen (vgl. Völkel 1995). Die rezente Bodenbildung ist oftmals unterlagert von fossilen Lösslehmfließerden, in denen Reste älterer Bt-Horizonte erkennbar sind. Regelhaft sind die Böden sowohl innerhalb als auch außerhalb der vorgeschichtlichen Erdwerke in unterschiedlichem Maße verkürzt (vgl. Strunk 1990).

Auf den Wällen haben sich in Abhängigkeit von der Ausprägung des lokalen Aufschüttungsmaterials in den letzten gut 2000 Kalenderjahren (schwach ausgeprägte) Parabraunerden gebildet. Zwischen den Al- und Bt-Horizonten der in den Wällen entwickelten Parabraunerden können dabei Tongehaltsunterschiede zwischen 7 und mehr als 10% festgestellt werden.

Aufgrund der pedologischen Befunde im Liegenden der Wälle läßt sich weiter der Nachweis führen, daß schon vor mehr als 2000 Kalenderjahren Parabraunerden ähnlichen Entwicklungsgrades an diesem Hang vorkamen. In den letzten 2000 Kalenderjahren hat demnach keine bemerkenswerte Pedogenese im Sinne einer Tonverlagerung in den natürlichen, anthropogen unveränderten Böden stattgefunden. Die folgenden Profile werden diese Befunde detaillierter belegen.

Bodenbildung außerhalb der Viereckschanze

Profil 7140-101 (Sallach 1) liegt 10m westlich des äußeren Walles der Vorderen Schanze an einem ca. 4° nach NNE geneigten Hang. Der Standort befindet sich außerhalb der direkten Nutzung der Viereckschanze. Das Profil zeigt einen mehrschichtigen Aufbau aus Lösslehmfließerdepaketen. In der jüngsten Fließerde ist die rezente Parabraunerde entwickelt (vgl. Abb. 34).

An der Basis dieser Bohrung treten in einer Tiefe von 0,9m eine bzw. zwei Lösslehmfließerden zutage. Es handelt sich jeweils um tonige Lehme, die relativ stark hydromorph geprägt sind. Möglicherweise ist in 1,1m Tiefe eine Schichtgrenze zwischen zwei Lösslehmfließerden angedeutet, da sich hier eine Konzentration an Quarzkieseln, die eine Kantenlänge von < 5cm aufweisen, zeigt. Darüber hinaus zeichnet sich der basale Abschnitt (III?fBt*Sd) durch bedeutend höhere Tongehalte als der IIfBt*Sd-Horizont auf. Deutlich getrennt ist der ältere Lösslehmfließerdenkomplex von der hangenden Fließerde (Schicht I), in der die rezente Parabraunerde entwickelt ist. Einerseits ist die Abgrenzung durch ein lagiges Auftreten von Quarzkieseln gegeben, andererseits gehen die Sandgehalte (besonders deutlich wird dies am Grobsand mit einem Sprung von 5,1% in Probe 7140-101/6 auf 0,4% in Probe 7140-101/5) in der jüngeren Lösslehmfließerde stark zurück²²². Darüber hinaus ändert sich auch das Grobschluff-Mittelschluff-Verhältnis. Die hangende Fließerde zeigt ein löstypisches Grobschluff-Maximum (gU:mU = ca. 1,3), während die ältere(n) Deckschicht(en) ungefähr eine Gleichverteilung von Grobschluff und Mittelschluff zeigen. Die Mächtigkeit der rezenten Parabraunerde beträgt an dieser Stelle 0,9m²²³. Darin tritt eine 0,35m mächtige Bt-Entwicklung, mit Tongehalten zwischen 35 und 40% auf. Ein Al+Bt-Verzahnungshorizont (7140-101/3) leitet zum 0,4 mächtigen Al-Horizont über, der lediglich Tongehalte von 17% zeigt. Abgeschlossen wird das Profil von einem dunkelbraunen, geringmächtigen A(e)h-Horizont, der leicht violettstichig und stark humos geprägt ist. Als Humusform tritt an diesem Waldstandort²²⁴ ein fein-

²²² Die zum A(e)h-Horizont erneut ansteigenden Sandgehalte werden mit der Podsolierungsdynamik in Verbindung gebracht.

²²³ Bestimmt sind auch die liegenden fBt-Horizonte noch in abgeschwächter Form vom Durchgriff der spätglazial-holozänen pedogenen Prozesse erfaßt worden. Allerdings ist davon auszugehen, daß in den älteren Fließerden paläopedologische Merkmale deutlich werden. Ohne weiterführende Diskussionen zum Mikrogefüge und zur Mikromorphologie bleiben entsprechende Ausführungen aber rein spekulativ. Ich halte jedoch eine Ansprache dieser Horizonte als fBt-Horizonte aufgrund der angenommenen paläopedogenetischen Merkmale für sinnvoll.

²²⁴ Diese Humusform gilt für alle Profile des Standortes „Spätlatènezeitliche Viereckschanze“.

humusarmer typischer Moder in Erscheinung, der aus einem 0,5cm mächtigen Oh-, einem 1,5cm starken Of- und einem 3cm mächtigen L-Horizont aufgebaut ist.

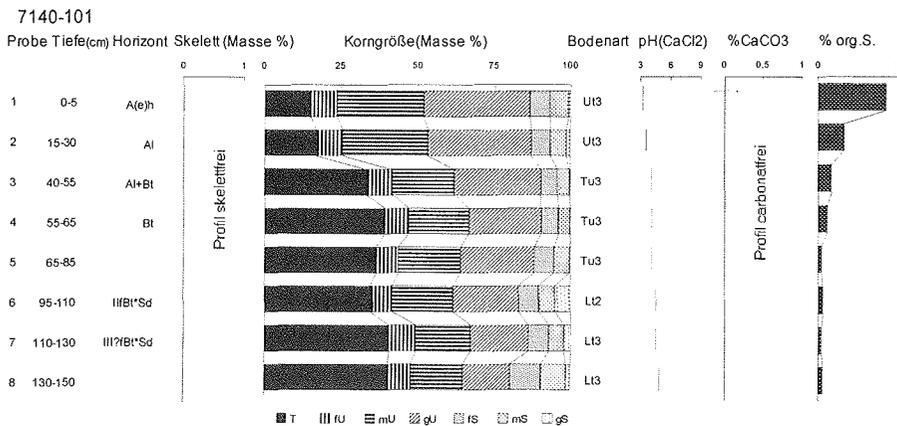


Abb. 34: Profil 7140-101 (Sallach 1)²²⁵; Laboranalytische Standardwerte.

Dieses Parabraunerdeprofil aus Lößlehmfließerde ist die typische Bodenbildung im Umfeld des keltischen Erdwerkes. Die recht schwach ausgeprägte erosive Verkürzung der Al-Horizonte ist ebenfalls ein kennzeichnendes Merkmal dieser Böden.

Bodenbildung im Innenraum der Viereckschanze

Zwischen äußerem und innerem westlichen Wall befinden sich die Profile 7140-103 (Sallach 3) und 7140-104 (Sallach 4) (vgl. Abb. 33). Anhand dieser Profile gilt es zu prüfen, ob entscheidende Unterschiede zwischen den Böden innerhalb und den bereits beschriebenen Bodenbildungen außerhalb der Schanze bestehen. Sind die Profile außerhalb der Wallanlagen durch keltische und/oder nachfolgende ackerbauliche Nutzungen entscheidend verkürzt worden oder kam es im Innenraum der Viereckschanzen zu Aufhöhungen, die von anderen Schanzen bekannt sind und deren Ursache bislang ungeklärt blieben (vgl. **Reichenberger 1993, 1994**)?

Profil 7140-104 (vgl. Abb. 35, vgl. Kap. 9.1.1.1) befindet sich fünfzehn Meter westlich des äußeren westlichen Walles im Oberhangbereich eines mit ca. 3° nach NNE geneigten Hanges. Es stellt ein typisches Profil im genannten Reliefbereich dar. An der Basis findet sich analog zu Profil 7140-101 eine ältere Lößlehmfließerde bzw. ein Lößlehmfließerdenkomplex. Der III Bt* S-Horizont (7140-104/7) setzt in einer Tiefe von 1,0m unter der Geländeoberkante ein und zeichnet sich durch seine ausgeprägte Pseudovergleyung und seinen (geringen) Anteilen an Quarzkiesen gegenüber den hangenden Profilabschnitten aus. Darüber folgt ein knapp 0,2m mächtiger II Bt v-Horizont (7140-104/6), der deutlich tonärmer (32,6%) ist als der liegende III B t* S. Toncutane sind makroskopisch nur selten erkennbar. Es ist nicht eindeutig belegbar, ob es sich um eine eigenständige Fließerde, also einen Schichtwechsel handelt, worauf die etwas höheren Sandgehalte hinweisen, oder um den tonärmeren B t v-Horizont der rezenter Parabraunerde. Die (eindeutig) rezente Parabraunerde ist 0,8m mächtig. Der B t v-Horizont weist Tongehalte von knapp 40% auf und ist kaum pseudovergleyt, ein typisches Merkmal rezenter Parabraunerden der Lößgebiete bei Regensburg (vgl. **Völkel 1995: 110**). Auch in diesem Profil setzt der Übergang vom Al- zum B t-Horizont nicht scharf ein, sondern wird durch einen Al+B t-Verzahnungshorizont ausgedrückt, in dem Tonanreicherungsneuster mit polyedrischer Struktur in einer kohärenten Matrix aus Al-Material auftreten. Anschließend folgt im Hangenden der Al-Horizont, der hier ebenso wie in Profil 7140-103 (vgl. Kap. 9.1.1.1) mit knapp 20% etwas toniger ausgeprägt ist als im Profil 7140-101. Hier wirken sich in eines Erachtens kleinräumige Tongehaltsvariationen des Ausgangssubstrates deutlich aus²²⁶. Der A(e)h-Horizont zeigt mit pH(CaCl₂)-Werten von 3,1 erneut die extrem fortgeschrittene, rezente Versauerung der Waldböden in Lößgebieten an (vgl. **Niller & Völkel 1994**).

²²⁵ In den Proben 101/5, /6, /7 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

²²⁶ Dies zeigt sich ebenfalls in den unterschiedlichen Tongehalten der B t-Horizonte.

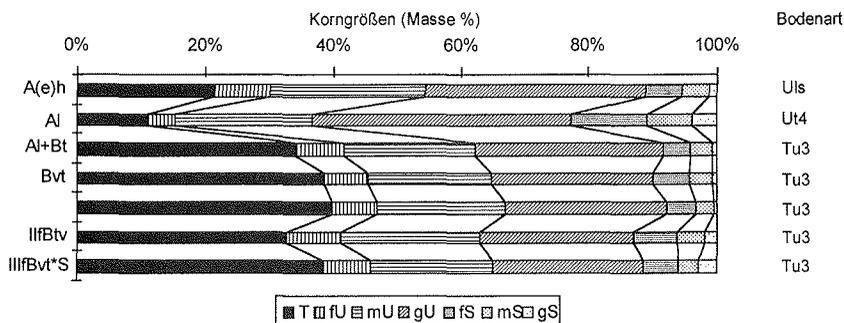


Abb. 35: Korngrößenzusammensetzung von Profil 7140-104 (Sallach 4).

Zwischen dem inneren westlichen und dem inneren östlichen Wall liegen die Profile 7140-106 (Sallach 6), 7140-108 (Sallach 8) und 7140-109 (Sallach 9) (vgl. Abb. 33).

Profil 7140-106 (Abb. 36) zeigt für die Böden innerhalb des keltischen Erdwerks eine vergleichsweise stark erosiv verkürzte Parabraunerde, die lediglich noch in einer Solummächtigkeit von knapp 0,5m erhalten ist.

Es erscheint möglich, daß aus diesem Bereich der keltischen Anlage, nur ca. 15m vom inneren westlichen Wall entfernt, oberflächennah noch Material für die Wallerschüttung entnommen wurde. Hinweise auf eine kleinräumige Bodenabspülung innerhalb der Anlage gibt es nicht. An der Basis der Bohrung finden sich verschiedene, bis zu mehr als 1m mächtige Lößlehmfließerdepakete. Getrennt werden die Fließerden über Skelettanteile, Sandgehalte, das Grobschluff-Mittelschluff-Verhältnis und die Carbonatanteile. Das unterste erbohrte Lößlehmfließerden-Paket (Schicht V, fBvt-Cv-Horizonte) liegt in einer Tiefe von 2,1 bis > 3,3m. Es zeichnet sich durch recht hohe Sandgehalte (> 10%)²²⁷ und ein enges Grobschluff-Mittelschluff-Verhältnis aus. Die Tongehalte liegen in Bereichen zwischen 33 und 37%. Toncutane sind makroskopisch sehr gut erkennbar.

Hydromorphe Merkmale treten nicht in Erscheinung. Vereinzelt kommen Quarzkiese in diesen braunen (10YR 5/6) Horizonten vor, die allerdings keine stratigraphische Gliederung belegen, sondern wirt in der Matrix lagern. Abgelöst wird dieser Komplex nach oben hin durch eine schluffig-tonige, braune Fließerde (Schicht IV), die eindeutig durch die geringeren Sandgehalte von < 10% von der liegenden Schicht V abzusetzen ist.

Die Mächtigkeit dieses Paketes liegt bei 0,7m. Den zentralen Teil (7140-106/10) zeichnet ein fBvt*Sd-Horizont (40,1% Ton) mit höheren Anteilen an Quarzskeletten aus. Der Horizont ist farblich heterogen mit grauen Bahnen in einer braunen Matrix. Die Grobschluff-Mittelschluff-Verhältnisse dieser hydromorph stärker beeinflussten Schicht sind weiter als in der liegenden Fließerde; ein zusätzlicher Schichtungshinweis. In 0,9 bis 1,4m Tiefe folgt eine Fließerde, die im verbraunten Cv-Horizont (7140-106/8 und 7140-106/7) einzelne Lößkinder in einer carbonatfreien Matrix führt. Der hangende fBv-Horizont (7140-106/6) ist etwas stärker verlehmt. Ihm fehlen Lößkinder. Dafür treten einzelne Quarzkiese als Skelettkomponenten auf. Dieser Abschnitt des Profils setzt sich zudem aufgrund seiner auffallend höheren Grobsandanteile von 3,4 bis 5,5% von sämtlichen anderen Schichten ab²²⁸.

Darüber schließt sich ein brauner (10YR 4/4 bis 10YR 4/6), lößkindeldurchsetzter llfBt-C-Übergangshorizont (7140-106/5 und 7140-106/4) an. Die rezente Parabraunerde erreicht an dieser Stelle lediglich eine Mächtigkeit von 0,6m. An der Basis dieser spätpleistozänen bis holozänen Bodenbildung tritt ein schluffig-lehmiger Bt-C-Übergangshorizont (7140-106/3) auf. Der Bt-Horizont greift in einen noch carbonathaltigen (5,7%) Löß. Einzelne Lößkinder kommen zusätzlich in diesem gelblich-braunen (10YR 5/8) Horizont vor. Der Bvt-Horizont ist ein carbonatfreier schluffiger Ton und hydromorph kaum modifiziert; der Al-Horizont, hier aufgrund seiner höheren Anteile an organischer Substanz (1,2%) als Ahl-Horizont angesprochen, erreicht nur eine Mächtigkeit von knapp 0,2m und ist zudem mit einem Tongehalt von 26,2% äußerst tonig ausgeprägt und wahrscheinlich anthropogen modifiziert²²⁹. Damit fehlen knapp 0,4m des Solums (Al-Horizont).

²²⁷ Die hohen Mittelsandanteile sind als Hinweis auf die tertiäre Beeinflussung dieser Fließerden zu bewerten.

²²⁸ Die Grobsandgehalte dieses Profils liegen bei maximal 2,4% (7140-106/9), sonst regelhaft zwischen 0,4 und 1,8%.

²²⁹ Es gibt in diesem Horizont keine Hinweise auf Toncutane. Allerdings ist davon auszugehen, daß es sich bei diesem Horizont um einen ehemaligen Al+Bt-Horizont handelt, der durch anthropogene Eingriffe (Umlagerungen etc.) homogenisiert wurde. Möglicherweise, aber dies bleibt aufgrund fehlender mikro-

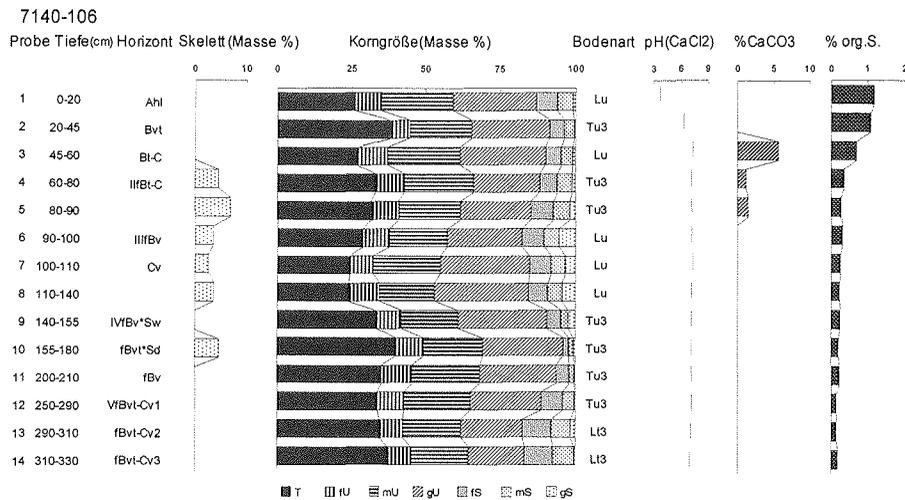


Abb. 36: Profil 7140-106 (Sallach 6)²³⁰; Laboranalytische Standardwerte.

Weitere Profile (7140-108 und 7140-109) (vgl. Kap. 9.1.1.1) zeigen das nach Osten zunehmende Vorkommen carbonathaltiger Lösses, die bereits in einer Tiefe von 0,75m anstehen. Auch hier sind die Parabraunerden erosiv verkürzt, die Al-Horizonte reichen lediglich in eine Tiefe von 0,3m.

Pedogenese in den letzten 2000 Kalenderjahren - Bodenbildungen in den Wallschüttungen

In den vor etwas mehr als 2000 Kalenderjahren aufgeschütteten Wällen lassen sich bereits aufgrund profil-morphologischer und granulometrischer Betrachtungen eindeutige Aussagen zu den pedogenetischen Prozessen machen. Dabei variiert das Ausgangssubstrat der Bodenbildung: Der äußere westliche Wall ist aus carbonatfreiem Lößlehmfließerdematerial aufgeschüttet worden (Profil 7140-102, Sallach 2), während die inneren Wälle zu einem Teil aus primär carbonathaltigen Lössen gestaltet wurden (Profil 7140-105, Sallach 5 und Profil 7140-110, Sallach 10).

In Profil 7140-105 (Abb. 37) fehlt im Liegenden der Wallschüttung die fossile prälatènezeitliche Bodenbildung. Lediglich der carbonathaltige Würmlöß, bereits schwach verlehmt (Tongehalte von 24 bis 28% gegenüber knapp 20% in nicht verlehmtten Lössen), mit Carbonatanteilen von 18 bis 19% ist ab einer Tiefe von 1,8m erhalten. Bereits die Wallschüttung aufbauend, folgt ein knapp 1m mächtiger Verzahnungshorizont. Hier ist vorwiegend Btv- sowie untergeordnet ICcv-Material aufgebracht worden. Neben Lößkindeln finden sich carbonathaltige, mergelige Bestandteile untergemischt. Btv- und ICcv-Materialien treten nestartig nebeneinander auf. In die Bodenbildung der letzten 2000 Kalenderjahre ist dieser Horizont *nicht* miteinbezogen worden. Ebensovienig von der rezenten Pedogenese in der keltischen Wallschüttung wurde im unteren Teil (7140-105/4) der jCv-Horizont erfaßt, ein Horizont aus aufgeschüttetem reinem Löß²³¹.

Der obere Teil des jCv-Horizontes ist bereits stärker verlehmt (ca. 29% Ton in Probe 7140-105/3 gegenüber 23% Ton in Probe 105/4) und an Carbonat abgereichert (8,6%). In den (j)Al-Bv- und (j)Bvt-Horizonten ist zweifelsfrei eine Pedogenese feststellbar. Das ursprünglich carbonatfreie 0,45m mächtige Lößlehmfließerdematerial ist im Sinne einer Lessivierung differenziert. Toncutane auf den Aggregatoberflächen als Kennzeichen einer rezenten Pedogenese sind makroskopisch in den Profilen eindeutig erkennbar. Die Lessivierung hat in einem schluffig-tonigen Ausgangsmaterial zu einer Tongehaltsdifferenz von knapp 7% zwischen dem Lessivierungshorizont (7140-105/1) und dem Tonanreicherungshorizont (7140-105/2) geführt. Darüber hinaus

morphologischer Befunde rein spekulativ, hat hier eine erneute Tonverlagerung in die liegenden Horizonte eingesetzt.

²³⁰ In den Proben 106/1, /2, /3, /9, /11, /12, /13 und /14 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

²³¹ Dieser Horizont weist noch die Carbonatgehalte der Würmlösses des Gebietes von knapp über 20% auf. Auch hat er ein für diese Lösses typisches Grobschluff-Mittelschluff-Verhältnis von 1,2 bis 1,3.

144 5 Ergebnisse

macht sich die rezente Pedogenese meines Erachtens noch schwach in einer Verlehmung und Carbonatverwitterung in den obersten 0,2m des aufgeschütteten Lösses (7140-105/3) bemerkbar. Die Pedogenese der vergangenen 2000 Kalenderjahre reicht in diesem Profil etwa bis in eine Tiefe von 0,5 bis 0,7m.

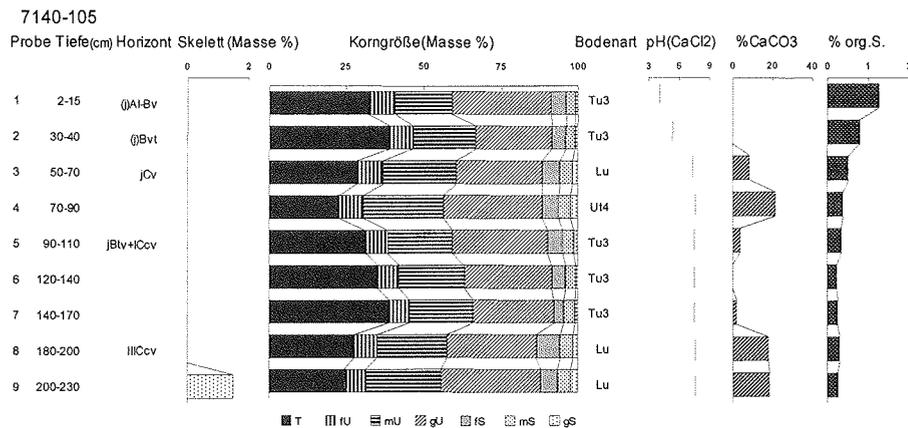


Abb. 37: Profil 7140-105 (Sallach 5)²³²; Laboranalytische Standardwerte.

Profil 7140-102 (vgl. Kap. 9.1.1.1) auf dem äußeren westlichen Wall zeigt ebenfalls in den obersten 0,5m eine eindeutig rezente Profildifferenzierung im Sinne von Tonverlagerungsprozessen. Das anthropogen zur Verfügung gestellte Ausgangssubstrat ist ebenfalls primär carbonatfreies Lößlehmfließerdematerial mit Tongehalten von ca. 35%. Zwischen dem Lessivierungshorizont (7140-102/1), der noch einige Tonanreicherungsneuster aufweist und aufgrund dieses Sachverhaltes als (j)Al+Bt-Horizont beschrieben wird und dem (j)Bt-Horizont (7140-102/2) hat die Bodenbildung ebenfalls zu Tongehaltsunterschieden von 8 bis 10% geführt. Der in ca. 0,5m folgende Aufschüttungshorizont aus Lößlehmfließerdesubstrat (jBv) zeigt dagegen keine Hinweise auf eine Einbeziehung in die rezente Pedogenese.

Etwas abweichend stellt sich der pedologische Befund auf dem inneren östlichen Wall dar (Profil 7140-110) (Abb. 38). Hier lassen sich ebenfalls makroskopisch Anzeichen einer Tonverlagerung in den obersten 0,5m des Profils belegen. Allerdings haben diese Tonverlagerungsprozesse nicht zu den in der Realität vorhandenen Tongehaltsunterschieden von bis zu 16% geführt. Aus der Korngrößenanalyse (Grobschluff-Mittelschluff-Verhältnis) wird deutlich, daß zwischen dem (j)Al-Horizont und dem (j)Al+Bt-Horizont eine primäre Substratschichtung vorliegt, die pedogen weiter überprägt wurde. Der (j)Al-Horizont ist seiner Körnung nach eine Mischung aus Löß und tertiären Mergeln (Feinschluffgehalte von 17% belegen eindeutig die tertiäre Beeinflussung dieses Aufwurfmaterials)²³³. Es ist davon auszugehen, daß die obersten 0,2m dieses Wallprofils zur Zeit ihrer Aufbringung ursprünglich carbonathaltig bis carbonatreich waren. Nach der Entcarbonatisierung setzte eine schwach ausgeprägte Tonverlagerung ein. Die primäre Substratschichtung bleibt jedoch profilbestimmendes Merkmal.

Die pH(CaCl₂)-Werte von 3,6 bis 4,1 in den Ah-Horizonten der Wallprofile belegen, trotz des „geringen interpretatorischen Wert[es] des pH-Wertes“ (Eheim & Völkel 1994: 59), auch in den Böden der Wälle ein fortgeschrittenes Aziditätsmilieu, wobei die niedrigsten pH-Werte der Oberbodenhorizonte außerhalb und innerhalb der Schanze nicht erreicht werden.

²³² In den Proben 105/1 bis 105/8 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt. Darüber hinaus kommen in Probe 105/6 ebenfalls Carbonatgehalte von < 1% vor. Sie sind ebenfalls graphisch nicht dargestellt.

²³³ Vgl. Profil 7140-205.

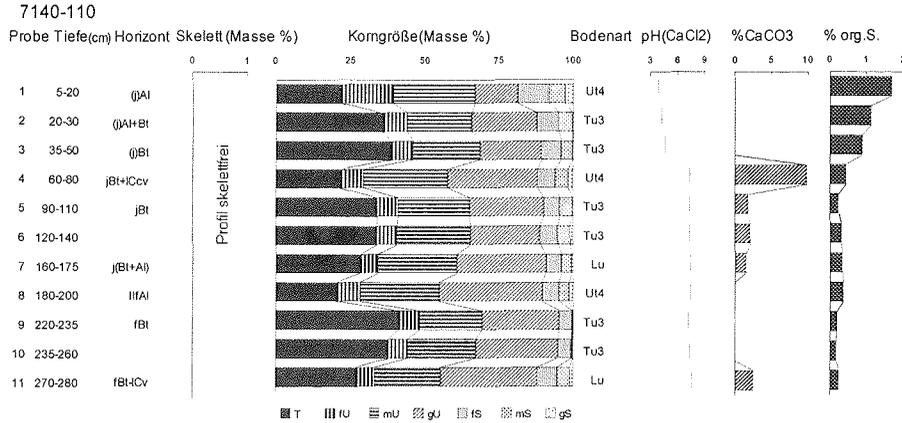


Abb. 38: Profil 7140-110 (Sallach 10)²³⁴. Laboranalytische Standardwerte.

Fossilisierte Böden unter dem keltischen Erdwerk

Lediglich in den Profilen 7140-102 und 7140-110 treten fossilisierte prälatènezeitliche Parabraunerden auf. Mit einem nur noch knapp 0,2m mächtigen IIfAl-Bv-Horizont setzt der fossile Boden unter dem äußeren westlichen Wall ein (7140-102). Hinweise auf einen fAh-Horizont fehlen vollständig. Der schluffig-tonige Lessivierungshorizont weist einen hohen Tongehalt von 24,4%²³⁵ auf. Der fBt-Horizont ist in einer Mächtigkeit von 0,3m verhältnismäßig gering entwickelt, erreicht aber mit 37 bis 40% Ton bereits die typischen Werte holozäner Parabraunerden im nördlichen Teil des südbayerischen Lößgebietes (vgl. **Eheim & Völkel 1994: 59**). Nur im Profil 7140-102 kann das prälatènezeitliche Aziditätsmilieu der Parabraunerden in etwa erfaßt werden. Mit pH(CaCl₂)-Werten von 4,6 im fAl-Bv-Horizont und 5,3 im fBt-Horizont wird bereits ein stark bis mittel saures Aziditätsmilieu dokumentiert (vgl. **Arbeitsgruppe Boden 1994: 331**). Damit befand sich die fossile holozäne Parabraunerde bereits vor über 2000 Kalenderjahren im Übergang vom Silikat- zum Austauscher-Pufferbereich im Sinne von **Ulrich (1983)**.

In Profil 7140-110 tritt ebenfalls eine fossilisierte Parabraunerde unter der Wallschüttung auf. Der IIfAl-Horizont weist Tongehalte von 20% auf und steht damit in Übereinstimmung mit den Al-Horizonten rezenter Oberflächen-Parabraunerden. Dies zeigt, daß die Lessivierung bereits vor 2000 Kalenderjahren eine Intensität erreicht hatte, die in nachfolgender Zeit nicht mehr verstärkt wurde. Auch in diesem Profil zeigt der fBt-Horizont typische Tongehalte von knapp 40%. Allerdings ist er mit 0,45m kräftiger ausgeprägt als im Profil 7140-102. Es handelt sich dabei jedoch um „natürliche Variationsbreiten“ der Pedogenese, die vom Ausgangssubstrat (evtl. Carbonatgehalt) und von der Reliefposition vorgegeben sind. Da das Aufwurfmaterial an diesem Wall teilweise aus carbonathaltigen Lössen zusammengesetzt ist, kommt es zu einer „Aufbasung“ der fossilen Parabraunerde²³⁶ und zu den hohen pH(CaCl₂)-Werten um 7 und mehr. Im weitesten Sinne handelt es sich damit um einen Durchgriff der postlatènezeitlichen Pedogenese auf die fossilen Bodenhorizonte. Demnach lassen sich an diesem Profil im Gegensatz zu Profil 7140-102 keine Hinweise auf das Paläoziditätsmilieu ableiten.

²³⁴ In den Proben 110/4, /7, /8 und /11 treten Skelettanteile von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt. Darüber hinaus kommen in Probe 110/10 Carbonatgehalte von < 1% vor. Sie sind ebenfalls graphisch nicht dargestellt.

²³⁵ Diese Tatsache spricht meines Erachtens nicht für eine bis vor 2000 Kalenderjahren schwächer abgelaufene Lessivierung (vgl. Profil 7140-110). Die oberen tonärmeren Abschnitte des Al-Horizontes sind an dieser Stelle bereits abgetragen.

²³⁶ Wohl „durch Sickerwasser, das aus der Aufschüttung Ca- und Mg-Ionen mit sich führte“ (**Eheim & Völkel 1994: 59**).

Bodenbildung in Grabenverfüllungen

Die wallbegleitenden Gräben sind noch in und/oder nach der spätlätènezeitlichen Nutzung wieder mit bis zu 1,0m Bodenmaterial, das vorwiegend von den Wallkronen abgespült wurde, verfüllt worden. Auch in diesen Verfüllungen lassen sich pedogenetische Prozesse im Sinne einer Lessivierung nachweisen (Profil 7140-107, Sallach 7) (vgl. Kap. 9.1.1.1). Allerdings ist die primäre Substratschichtung von stärkerer Bedeutung bei der Profildifferenzierung als die Pedogenese in der Grabenverfüllung selbst.

5.1.1.3.2 Böden im Umfeld der spätlätènezeitlichen Viereckschanze bei Sallach - Zusammenfassung und Diskussion

Trotz methodischer Einschränkungen²³⁷ lassen sich an der spätlätènezeitlichen Viereckschanze bei Sallach einige wichtige Aussagen zur regionalen holozänen Pedogenese und zur Bodenbildung in aufgeschütteten Substraten machen.

Schon vor der Errichtung der keltischen Erdwerke sind an diesem Standort Parabraunerden aus Löß und Lößlehm entwickelt, die bereits Mächtigkeit und Profildifferenzierung rezenter, sich bis heute weiterentwickelnder Böden zeigen (vgl. **Eheim & Völkel 1994**). Hinsichtlich des Prozesses der Tonverlagerung ist davon auszugehen, daß diese Parabraunerden schon vor mehr als 2000 Kalenderjahren ihr Klimax-Stadium erreicht haben.

Bodenökologisch von Bedeutung ist weiter, daß sich diese begrabenen Böden bereits mit pH(CaCl₂)-Werten von 4,6 in den fossilen Al-Horizonten in einem sauren Pedomilieu befinden. Die Böden außerhalb der Viereckschanze unterscheiden sich in ihrem Aufbau und in ihrer Mächtigkeit kaum von den Böden innerhalb der Wallanlage. Sie sind regelhaft verkürzt, wobei von der Profilverkürzung lediglich die Al-Horizonte ergriffen sind. Außerhalb der Wallanlage ist die Profilverkürzung auf eine quasinatürliche Reliefformung im Sinne von Bodenerosion zurückzuführen, innerhalb der Schanze vorwiegend auf aktive anthropogene Eingriffe. Die Profilmorphologie gibt weder Hinweise auf eine außergewöhnliche Bodenerosion im Zuge der spätlätènezeitlichen und/oder späteren Nutzung dieses Gebietes, noch finden sich Belege für eine aktive Erhöhung des Innenraumes der Schanze. Ersteres steht zudem im Einklang mit den Ergebnissen zur Dellenbildung am Übergang zum Tal der Kleinen Laaber unterhalb der spätlätènezeitlichen Schanze (vgl. Kap. 5.1.1.2). In den Wällen selbst haben sich in den letzten 2000 Kalenderjahren unter Wald Parabraunerden entwickelt. Die Entwicklungstiefe dieser postlätènezeitlichen Böden beträgt ca. 0,6m und führt in homogenen, carbonatfreien Ausgangsmaterialien (hier: Lößlehme) zu Tongehaltsunterschieden von ca. 7 bis 10%. Dies steht in Übereinstimmung zu Befunden u.a. von **Müller (1970)**, **Fickel et al. (1977)** und **Eheim & Völkel (1994)**. In stärker heterogenen Aufwurfmaterialien wirkt sich jedoch die primäre Substratschichtung im Sinne von **Müller (1970)** stärker profildifferenzierend aus als die pedogenetische Überprägung des Wallschüttungssubstrates.

Aufgrund der pedologischen Befunde ist darüber hinaus von einer längerfristigen, möglicherweise sogar durchgängigen Bewaldung des Umfeldes der Viereckschanze in den letzten 2000 Kalenderjahren auszugehen. Sonst wäre einerseits die recht intensiv ausgeprägte Profildifferenzierung der Böden in den Wällen nicht vorstellbar (vgl. **Bork 1988**). Andererseits hätte ein verstärkter Ackerbau in den letzten beiden Jahrtausenden unweigerlich zu einer vermehrten Verkürzung der natürlichen Bodenprofile außerhalb der Wallanlagen geführt.

²³⁷ Um zu genaueren Aussagen zur Intensität der Bodenbildung zu kommen, bedarf es unzweifelhaft des Einsatzes eines weiteren Methodenspektrums. Dazu gehören mikromorphologische Untersuchungen (**Semmel & Poetsch 1996a, 1996c**) sowie die Anwendung bodenchemischer und tonmineralogischer Methoden (**Eheim & Völkel 1994**).

5.1.1.4 Auenlehme und Kolluvien unterhalb des vorgeschichtlichen Siedlungsareales Baugebiet B 17 bei Geiselhöring

Als letzter von vier Untersuchungsstandorten im Tal der Kleinen Laaber wird ein Gebiet im Verschneidungsbereich zwischen Hangfuß und Talau nordnordwestlich eines vorgeschichtlichen Siedlungsareales (vgl. **Schaich et al. 1994**) vorgestellt (Abb. 10). Bereits im Mittelneolithikum wird dieser Platz erstmals intensiv besiedelt. Weitere prähistorische Siedlungsschwerpunkte liegen in der Frühbronzezeit, der Älteren Urnenfelderzeit und der Älteren Hallstattzeit. Schon die archäologischen Befunde zeigen, daß es im Zuge der einzelnen Besiedlungsphasen zu Bodenumlagerungen kommt (**Riedhammer 1997**).

Das bearbeitete Areal liegt im distalen Bereich eines Schwemmfächers, der durch einen vormaligen Bach am Rande der vorgeschichtlichen Siedlungen in die Aue der Kleinen Laaber geschüttet wurde. Die Untersuchungen an diesem Ort sollen zeigen, wann und in welchem Umfang Bodenmaterial in den Randbereich der Aue verlagert wurden und ob sich Beziehungen zwischen Zeiten der Sedimentumlagerung und einzelnen vorgeschichtlichen Siedlungsphasen herstellen lassen²³⁸.

5.1.1.4.1 Befunde

Etwa 100m nördlich der Straße Geiselhöring-Sallach wurde dazu eine erste, parallel zur Terrassenkante verlaufende Catena angelegt (Abb. 39).

Der Aufbau der Sedimente der Catena Geiselhöring A zeigt ein recht einheitliches Erscheinungsbild: Auf den sehr stark kiesigen, lehmig-sandigen Talauenschotter, der in 1,0 bis 1,4m Tiefe erbohrt wird, folgt in Paläorinnenpositionen ein lehmig-sandiges Substrat, das granulometrisch den sandigen Auensedimenten zuzuordnen ist. Dieses Sediment fehlt außerhalb der in den Talauenschotter eingetieften flachen Paläorinnen. In Positionen außerhalb der Rinnen schließt sich unmittelbar an den Talauenschotter ein bräunlich-schwarzes, „speckiges“, schwach humoses Substrat an, daß profilmorphologisch einem archäologischen Laufhorizont entspricht. Allerdings ist ein Laufhorizont aus archäologischer Sicht an dieser Stelle äußerst unwahrscheinlich. Darüber hinaus ist der Horizont in den meisten Fällen archäologisch steril. Treten archäologische Hinweise im Sedimentkörper auf, handelt es sich um undatierbare vorgeschichtliche Keramik mit Abrollungsspuren (**Nagler-Zanier 1996**). Es wird von einem *vorgeschichtlichen* Siedlungshorizont, der später kolluvial umgelagert wurde, ausgegangen. Dieser als M-S(d)(fAh) angesprochene Horizont tritt zumeist in Tiefen von 0,8 bis 1,1m auf. Überlagert wird er von stratigraphisch meist gliederbaren Kolluvien. Die älteren, ausschließlich vorgeschichtliche Keramik führenden Kolluvien sind sandiger und schwächer lößbeeinflußt als die jüngeren, ± subrezent bis rezenten Kolluvien. Die Oberfläche des heute unter Ackernutzung liegenden Areals ist an vielen Stellen durch die Anlage von Gruben rezent gestört. Pedogenetische Prozesse in Form einer Tonverlagerung sind in den älteren Kolluvien ansatzweise erkennbar, sie fehlen in den jüngeren Kolluvien vollständig.

²³⁸ Innerhalb der archäologischen Flächen waren aufgrund des Baufortschrittes im Baugebiet B17 keine ausführlichen bodenkundlichen Untersuchungen möglich. Der zentrale Teil des Schwemmfächers ist bereits durch anthropogene Eingriffe stark gestört und konnte gleichfalls nicht für die Untersuchungen herangezogen werden.

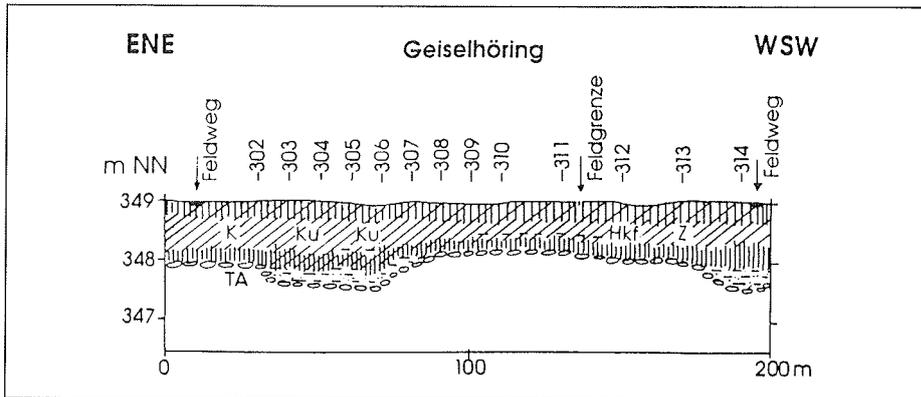


Abb. 39: Catena Geiselhöring A²³⁹.

Anhand des Aufbaus und der laboranalytischen Standardwerte der Profile 7140-304 (Geiselhöring 4) und 7140-313 (Geiselhöring 13) kann das Erscheinungsbild der in die Talau greifenden Hangsedimente differenzierter und detaillierter beschrieben werden (vgl. Abb. 39).

Profil 7140-304 (Abb. 40), in einer Höhe von 349m NN befindlich, liegt mit einer Hangneigung von $< 1^\circ$ nordexponiert am Übergang vom Hangfuß zur Talau.

Ab einer Tiefe von 1,35m stehen in diesem Profil die sehr stark kiesigen (38 bis 69 Gew.-%) Talauenschotter an (VCn). Die Fraktion $< 2\text{mm}$ setzt sich in den Schottern aus 65 bis knapp 80% Sand zusammen. Nach oben hin kommt es zu einer eindeutigen Kornverfeinerung innerhalb der Sandfraktion. Kontinuierlich wechselt der Talauenschotter in ein sandiges, gleichfalls sehr schwach humoses, gräulich gelb-braunes (10YR 4/2) Auen-sediment (IVCv) über, dessen Sandfraktion zu etwa gleichen Teilen aus Mittel- und Feinsand besteht. Grobsand tritt lediglich mit ca. 5% in diesem Substrat in Erscheinung. Klar abgesetzt folgt in einer Tiefe von 1,0 bis 1,1m unter Geländeoberkante ein sandig-lehmiges, schwach humoses, doch sehr dunkel getöntes (10YR 3/1) Sediment (IIM-S (fAh)), das an dieser Stelle archäologisch steril ist. Die Korngrößenzusammensetzung belegt lediglich eine schwache Abweichung zu den sandigen Auensedimenten im Liegenden. Die Lößbeeinflussung des Sedimentes ist mit 16,8% Grobschluff relativ gering, wobei sowohl die Mittelsand- als auch die Feinsandanteile von jeweils über 20% auf eine Sandlößbeeinflussung schließen lassen²⁴⁰. Aufgrund der speckigen Physiognomie, der höheren Anteile an organischer Substanz von ca. 1% und der Korngrößenzusammensetzung liegt meines Erachtens hier ein im weitesten Sinne vorgeschichtliches Hangkolluvium aus einem ehemaligen archäologischen Laufhorizont vor. Den sandigen Auensedimenten liegt dieses Kolluvium unmittelbar auf.

Spuren eines Auenlehms im Sinne der in Kap. 5.1.1.2 vorgestellten subatlantischen Hochflutsedimente fehlen in Profil 7140-304 sowie in Catena Geiselhöring A generell. Abgelöst wird der „speckige“ Horizont durch ein schwach humoses 0,35m mächtiges Hangkolluvium (IIM), das vom liegenden Horizont auch in den Handbohrungen ohne Schwierigkeiten zu unterscheiden ist. Das ein wenig hellere Kolluvium ist deutlich toniger und stärker lößbeeinflusst, wobei die Korngrößenzusammensetzung mit jeweils 15 bis 18% Mittel- und Feinsand erneut auf eine Sandlößkomponente schließen läßt (vgl. Abb. 41). Eine Tonverlagerung vom oberen Teil des IIM-Horizont (7140-304/4) in den unteren Teil (7140-304/6) ist schwach angedeutet²⁴¹. Das pedogenetische Merkmal reicht jedoch nicht aus, um eine entsprechende bodentypologische Ansprache vorzunehmen. In diesem Hangsediment sind ausschließlich Bruchstücke vorgeschichtlicher Keramik nachzuweisen. Deshalb ist von einem jüngeren prähistorischen Kolluvium auszugehen, das aufgrund der angedeuteten pedogenetischen Prozesse einen nicht näher einzugrenzenden Zeitraum morphodynamischer Stabilität dokumentiert. Daran schließt sich erneut ein 0,65m mächtiges kolluviales Paket an, das deutlich skelettfärmer

²³⁹ Himmelsrichtungen in der Darstellung sind korrekt.

²⁴⁰ Schmidt (o.J.) zufolge setzen sich die Sandlöße bei Geiselhöring und Sallach aus ca. 25% Grobschluff, 21% Feinsand und 20% Mittelsand zusammen. Grobsand tritt lediglich mit 2% Anteil am Korngrößenspektrum in Erscheinung.

²⁴¹ Sicherheit darüber können nur mikromorphologische Befunde liefern.

als die liegenden Sedimente ist. Zudem ändert sich die Korngrößenzusammensetzung zu Gunsten höherer Schluffanteile auf Kosten der Sandanteile.

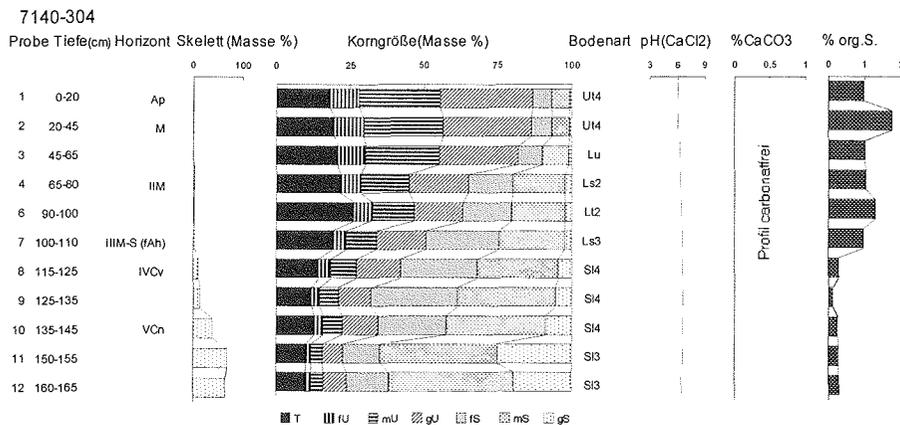


Abb. 40: Profil 7140-304 (Geiselhöring)²⁴²: Laboranalytische Standardwerte.

Das lößdominierte, möglicherweise bereits leicht tertiär beeinflusste (Mittelschluffanteile von knapp 25 bis 27%) Sediment (vgl. Abb. 41) ist pedogen nicht weiter transformiert. Es weist darüber hinaus keine Keramik auf. Unzweifelhaft handelt es sich um eine junges (mittelalterliches bis neuzeitliches) Kolluvium. Aus den Befunden in Profil 7140-304 können, stellvertretend für Catena Geiselhöring A, zwei bis dato nicht näher datierbare vorgeschichtliche und ein rezentes bis subrezentes Kolluvium rekonstruiert werden. Auenlehme sind in diesem Randbereich der Aue *nicht* nachweisbar.

Profil 7140-313 (vgl. Kap. 9.1.1.3) zeigt einen vergleichbaren Aufbau. Allerdings fehlen die basalen sandigen Auensedimente. Der hier bereits in einer Tiefe von 0,9m anstehende Talauenschotter wird diskordant unmittelbar vom IIM-S(fAh)-Horizont überlagert. Darüber folgt ein nur geringmächtiges, schwach hydromorph beeinflusstes jüngeres vorgeschichtliches Kolluvium, das von einem erneut ca. 0,6m mächtigen subrezenten bis rezenten Kolluvium überlagert wird. Neben Veränderungen in der Korngrößenverteilung der Kolluvien ist das neuzeitliche Kolluvium durch eine ausgeprägte Konzentration an Holzkohlen an der Basis charakterisiert. Neuzeitliche Ziegel bis in Tiefen von 0,5m belegen zudem das junge Alter dieses Umlagerungshorizontes.

²⁴² Probe 304/5 aus einer Tiefe von 0,8 bis 0,9m fehlt in der graphischen Darstellung. Diese Probe ist ± identisch mit Probe 304/4. Darüber hinaus treten in den Proben 304/1, /2 und /3 Skelettgehalte von < 1% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

150 5 Ergebnisse

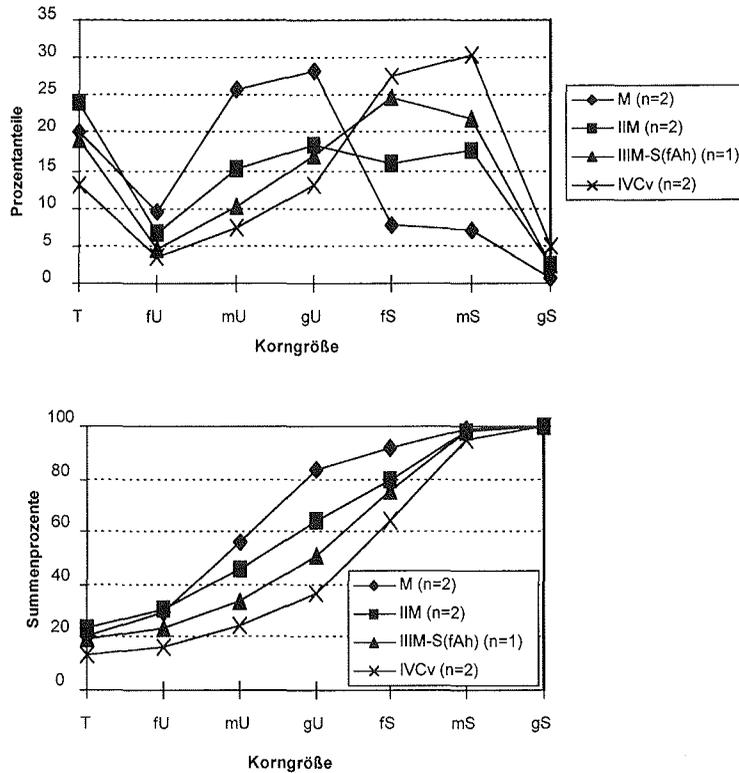


Abb. 41: Korngrößenverteilungen und Kornsummen: Profil 7140-304 (Geiselhöring 4).

Catena Geiselhöring B (Abb. 42) führt von den Hangfußbereichen in Richtung Flußnähe der rezenten Kleinen Laaber und veranschaulicht die Verzahnung genetisch unterschiedlicher Sedimente.

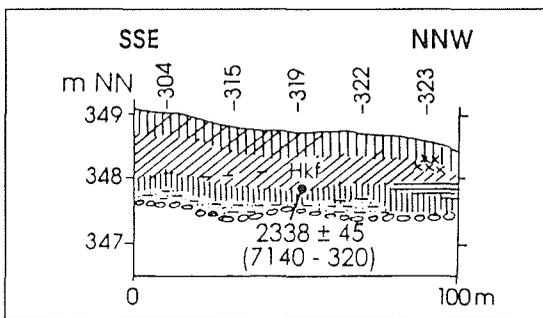


Abb. 42: Catena Geiselhöring B.

Der Aufbau der Kolluvien ändert sich in Richtung Talau der Kleinen Laaber zunächst grundsätzlich nicht. Die Dreigliedrigkeit der kolluvialen Sedimente mit einem historisch-modernen und zwei vorgeschichtlichen Kolluvien bleibt zunächst nachweisbar. Allerdings ist das jüngere vorgeschichtliche Kolluvium (IIM bzw. IIM-Sw bei hydromorpher Ausprägung) nicht

immer eindeutig auszugliedern. Die \pm rezenten Kolluvien können darüber hinaus carbonathaltig ausgebildet sein. Durchgängig und problemlos abgrenzbar ist lediglich weiterhin der IIIM-S(d)(fAh)-Horizont. In Profil 7140-320/320a konnten aus dem obersten Bereich dieses Horizontes mit Hilfe einer AMS-Datierung Holzkohlefitter datiert werden (vgl. Tab. 12).

Probennummer	Labornummer	Datiertes Material	Tiefe (in cm)	Konventionelles ^{14}C -Alter (68% [1 sigma])	Kalibriertes Alter
7140-320	Erl 696	Holzkohlefitter	100	2338 \pm 45	cal BC 478-454, cal BC 414-364, cal BC 280-260

Tab. 12: ^{14}C -Datierungen (AMS) an Holzkohlefittern (Kolluviales Sediment im Tal der Kleinen Laaber).

Das Datum von 2338 \pm 45 BP (^{14}C) belegt über die bodenkundlichen und archäologischen Befunde hinaus das vorgeschichtliche Alter des M-Sd(fAh)-Umlagerungshorizontes. Demnach handelt es sich um ein *eisenzeitliches* Umlagerungssediment. Allerdings steht das Alter der Holzkohlefitter *nicht* in einem unmittelbaren Zusammenhang mit der Entwicklung des vorgeschichtlichen Siedlungsareals. Die diesem Alter am nächsten kommende nachgewiesene Siedlungsperiode ist die Ältere Hallstattzeit, die bereits um 800 BC (cal) einsetzt. Siedlungsspuren aus Epochen, die mit dieser Datierung besser korreliert werden könnten (Jüngere Hallstattzeit, Latènezeit), lassen sich im Siedlungsareal nicht nachweisen²⁴³. Es ist aus stratigraphischen Überlegungen dennoch anzunehmen, daß dieses Sediment Ausdruck der letzten intensiven vorgeschichtlichen Besiedlung des Areals in der Älteren Hallstattzeit ist. Das lediglich lokal vorkommende jüngere vorgeschichtliche Kolluvium steht nicht in einem Zusammenhang mit dem Siedlungsplatz. Zwar liegen einige wenige Befunde aus der römischen Kaiserzeit vor, aber eine Konnektion der umgelagerten Sedimente mit dieser Zeitphase bleibt rein spekulativ. Überraschenderweise können im Übergangsbereich zur Aue *keine* älteren Schwemmfächersedimente, die mit den entsprechenden Siedlungsphasen korrelierbar wären, nachgewiesen werden. Meines Erachtens hängt dies erneut mit Bedingungen des Paläoreliefs zusammen, wie sie bereits im Kap. 5.1.1.2 erläutert wurden. Weiter in die Aue hineinführend, verzahnt sich der eisenzeitliche M-S(fAh)-Horizont mit den Auenlehmen. Die Auenlehme greifen dabei über diesen Horizont hinweg. Damit ist erneut und unabhängig das subatlantische Alter der Hochflutsedimente der Kleinen Laaber belegt.

Drei Profile der Catena Geiselhöring B, von denen laboranalytische Standardwerte zur Verfügung stehen, können den Aufbau der Sedimente in diesem Verschneidungsbereich genauer beschreiben.

Profil 7140-319 (Geiselhöring 19) (Abb. 43) befindet sich 50m nordnordwestlich von Profil 7140-304 der Catena Geiselhöring A.

In einer Tiefe von 1,4m tritt der sehr stark kiesige, von lehmigen Sanden durchsetzte Talauenschotter auf. Darüber liegt ein Verzahnungshorizont aus dem Talauenschotter, der Skelettanteile von 62,7% zeigt und einem humoseren Sediment (IVCn+fAh, 710-319/6). Die Matrix ist als ein schwach toniger Lehm ausgeprägt. Eine vergleichbare Korngrößenverteilung zeigt der IIIM-Sd (fAh)-Horizont (7140-319/5), der mit 0,1m in einer Tiefenlage von 1,0 bis 1,1m unter Geländeoberkante nur geringmächtig ausgebildet ist. Die sandigen Auen-sedimente, die u.a. in Profil 7140-304 beschrieben wurden, fehlen an dieser Stelle. Gegenüber Profil 7140-304 enthält der speckige, kolluviale Horizont sowohl höhere Tonanteile (ca. 25%) als auch bedeutend mehr Grobsand mit Werten von 12,6%. Auch hier entspricht der wirkliche Gehalt an organischer Substanz von kaum über 1% nicht dem profilmorphologischen Eindruck im Gelände, der bedeutend höhere Organikanteile erwarten ließ. Überlagert wird der „Leithorizont“ von einem pseudovergleyten Kolluvium mit einer Mächtigkeit von

²⁴³ Auch unter Berufung auf die Suess-Wiggles, als deren Folge im Altersbereich zwischen 750 und 420 BC (cal) das ^{14}C -Alter zunächst zu und dann geringfügig abnimmt, ist ein entsprechendes Alter nicht ableitbar (vgl. Wagner 1995: 85).

152 5 Ergebnisse

0,7m. Darin nehmen die Sandgehalte von unten nach oben stark ab, während sich die Schluffgehalte verringern. Ebenso verändern sich die prozentualen Anteile der einzelnen Schlufffraktionen beträchtlich. Nach oben hin wird ein zunehmender Einfluß an Tertiärsedimenten deutlich. Die Tongehalte zeigen demgegenüber keine Tiefenfunktion an²⁴⁴. Der Ap-Horizont setzt sich davon durch seinen geringen Tongehalt von knapp 10% eindeutig ab; wahrscheinlich wurde er an dieser Stelle anthropogen aufgetragen, worauf auch die enthaltenen Keramikbruchstücke deuten.

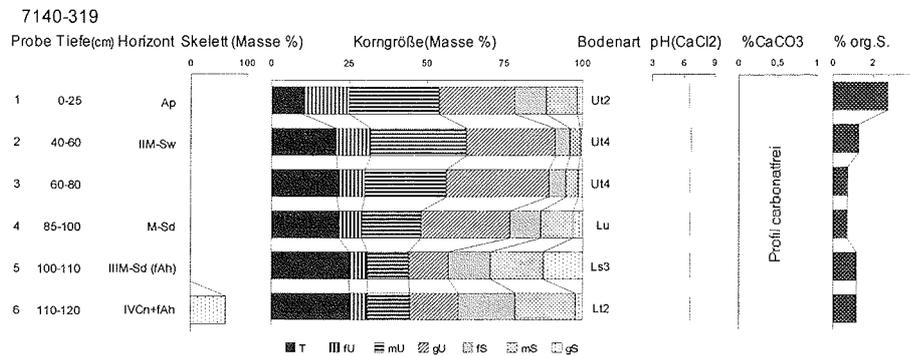


Abb. 43: Profil 7140-319 (Geiselhöring 19)²⁴⁵. Laboranalytische Standardwerte.

Ca. 20m ostnordöstlich, hangparallel zu Profil 7140-319 befindet sich die Schürfgrube des Profils 7140-320/320a (Geiselhöring 20) (Abb. 44), aus der die datierten Holzkohleflitter stammen.

Auch in diesem Profil ist der Übergang zum in 1,3m auftretenden Talauenschotter durch einen Verzahnungshorizont (IVCn+fAh) gekennzeichnet. Recht mächtig präsentiert sich der IIIM-Sd (fAh)-Horizont in einer Tiefe von 0,9 bis 1,2m unter Geländeoberkante (7140-320a/7). Er ist als schwach toniger Lehm ausgeprägt und mit 2,0% organischer Substanz etwas humoser als in den bislang besprochenen Profilen. Darüber hinaus ist er äußerst stark von Holzkohleflittern durchsetzt. Überlagert wird der IIIM-Sd(fAh)-Horizont von einem kolluvialen Paket, das 0,9m mächtig und granulometrisch in sich kaum zu differenzieren ist. Die Schichtgrenze vom M-Sw- zum II?M-Sd-Horizont beruht allein auf der Verteilung der Holzkohleflitter im Profil, die sich am vermuteten Schichtübergang konzentrieren. In den Profilen 7140-319 und 7140-320 ist keine alluviale Beeinflussung im Sinne einer Auenlehmmablagerung nachweisbar.

Hochflutsedimentation im Sinne einer Auenlehmmablagerung wird erst im flußnäheren Profil 7140-325 (Geiselhöring 25)²⁴⁶ (Abb. 45) spürbar. Die erst ab einer Tiefe von 1,55m auftretenden Talauenschotter (7140-325/8 und 7140-325/7) werden in ihrem oberen Teil durch die Durchmischung mit stärker humoser Substanz (u.a. pflanzliche Makroreste) in der Feinerdefraktion charakterisiert (7140-325/6). Der speckige, humose M-S (fAh)-Horizont aus den bisherigen Profilen wird durch ein sehr stark humoses, schwarzes (10YR 2/1) Auen-sediment (IVfAh*Gr) abgelöst, in dem an dieser Stelle gehäuft organische Großreste wie Holzstücke und weitere pflanzliche Makroreste auftreten. Dieses Sediment ist lehmig-sandig ausgeprägt. Es führt schließlich im zentralen Teil der Aue zu den subborealen Vermoorungen in den jüngeren Paläorinnen über. Überlagert wird das sehr stark humose Auen-sediment von zwei humosen schluffig-tonigen Auenlehmen (IIIaGor und IIaM-Gro). Darüber tritt ein Sediment auf, das aufgrund seiner granulometrischen Zusammensetzung noch als Kolluvium definiert wird (7140-325/2). Allerdings sprechen die hohen Werte an organischer Substanz von 5,1% gegen eine Deutung als Kolluvium. Möglicherweise ist dieses ursprünglich kolluviale Sediment alluvial überprägt bzw. überformt worden. Der Ap-Horizont trägt erneut Hinweise einer aktiven anthropogenen Auftragung (hohe Skelettgehalte, moderne Keramik).

Zum zentralen Teil der Aue streichen die Kolluvien konsequenterweise aus. Es setzt die in Kap. 5.1.1.1 geschilderte stratigraphische Abfolge der Auensedimente der Kleinen Laaber ein, wobei die oberflächennahen

²⁴⁴ In diesem kolluvialen Paket sind zweifellos graduierte Schichtungen enthalten, die im Bohrgestänge verloren gehen. Aufgrund der granulometrischen Werte ist eine Dreigliederung dieses 0,7m starken Profilschnittes denkbar.

²⁴⁵ In den Proben 319/1 bis /4 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Sie sind in der graphischen Darstellung nicht erfasst.

²⁴⁶ Ca. 25m ostnordöstlich vom in Catena Geiselhöring B dargestellten Profil 7140-323.

Bereiche an dieser Stelle recht starken, aktuellen anthropogenen Veränderungen unterworfen sind. Ehemalige Rinnen wurden aktiv mit teilweise ortsfremden Auftragungsmaterial nivelliert. Punktuell (Profil 7140-327, Kap. 9.1.1.3) treten auch carbonathaltige Auenlehme auf.

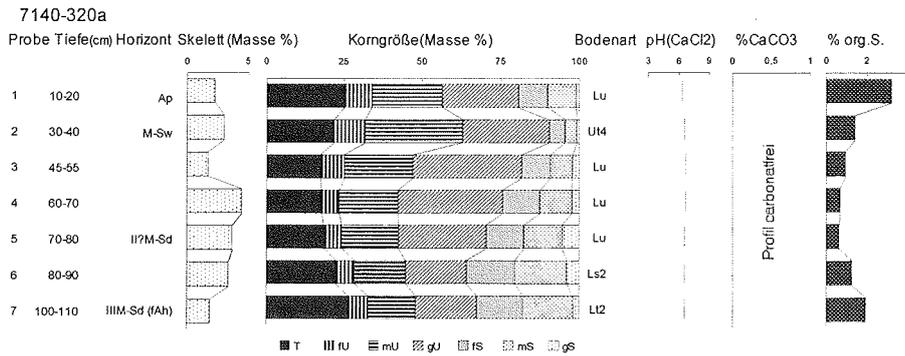


Abb. 44: Profil 7140-320a (Geiselhöring 20): Laboranalytische Standardwerte.

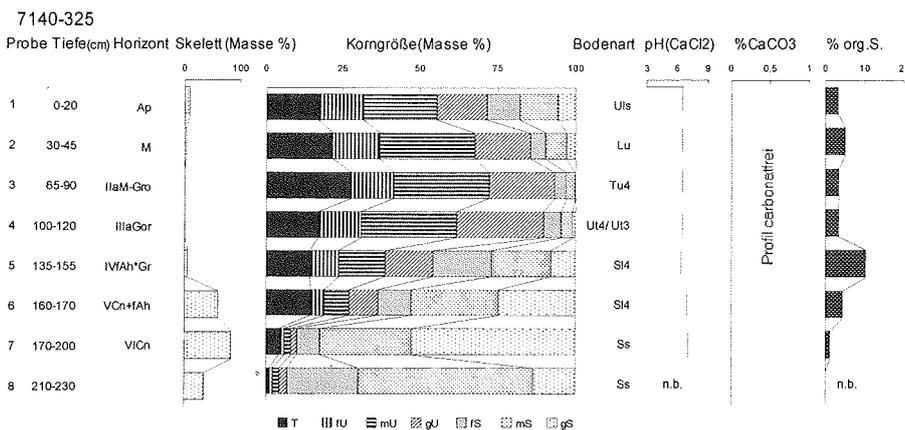


Abb. 45: Profil 7140-325 (Geiselhöring 25)²⁴⁷: Laboranalytische Standardwerte.

5.1.1.4.2 Hang- und Auensedimente nördlich eines vorgeschichtlichen Siedlungsareals bei Geiselhöring - Zusammenfassung und Diskussion

Südlich eines seit dem Mittleren Neolithikum genutzten vorgeschichtlichen Siedlungsareals treten schwemmfächerartig geschüttete Kolluvien im distalen Bereich der Aue der Kleinen Laaber auf. Die Hangsedimente liegen im Regelfall direkt den fluvialen Talauenschottern auf. Der Beginn der Sedimentation ist *frühestens* in die letzte intensive vorgeschichtliche Besiedlung des genannten Areals, in die Ältere Hallstattzeit zu datieren, wobei eine gewisse Diskrepanz zum etwas jüngeren ¹⁴C-Alter (2338 ± 45) von Holzkohlefaltern am Top des ältesten kolluvialen Umlagerungshorizontes existent bleibt. Der charakteristische, speckig ausgebildete

²⁴⁷ In den Proben 325/3 und /4 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

Horizont ist im untersuchten Areal flächendeckend verbreitet und als „Leithorizont“ sowohl von liegenden als auch von hangenden Straten eindeutig abzusetzen. Zum zentralen Teil der Aue führt er in die subborealen Torfbildungen über. Im talrandfernen Milieu wird dieser Horizont von den ältesten Auenlehmen überdeckt, was als erneuter Beleg für den subatlantischen Beginn der Hochflutsedimentablagerung gedeutet wird. Über dem „hallstattzeitlichen“ Leithorizont, der meist in ca. 1,0m Tiefe erbohrt bzw. ergraben werden konnte, treten zum Rand der Aue hin weitere Hangkolluvien auf. Diese sind zusätzlich nur direkt am Übergang vom Hangfuß in die Aue unzweifelhaft in ein weiteres vorgeschichtliches Kolluvium mit (schwachen) Hinweisen auf pedogenetische Veränderungen und ein modernes zu differenzieren.

Die in die Aue schwemmfächerartig ausgreifenden kolluvialen Hangsedimente sind damit *nicht* mit den vorgeschichtlichen Siedlungsphasen zu korrelieren. Umlagerungen der älteren Besiedlungen (Mittlneolithikum, Frühbronzezeit und Ältere Urnenfelderzeit) blieben im wesentlichen auf die Hangbereiche beschränkt und erreichten in der Regel die Aue der Kleinen Laaber nicht. Dies entspricht dem Erscheinungsbild der in Kap. 5.1.1.2 vorgestellten Hangsedimente an einem nördlichen Hang des Tals und ist meines Erachtens erneut über die Vorstellung eines Kaskadensystems im Sinne von **Chorley et al. (1984)** verständlich zu machen.

Die aus verschiedenen Paläoumweltarchiven abgeleiteten Befunde einzelner Lokalitäten im Tal der Kleinen Laaber bei Geiselhöring werden anschließend (Kap. 5.1.1.5) zu einem umfassenden chronologischen Bild der holozänen Landschafts- und Reliefentwicklung zusammengefügt.

5.1.1.5 Holozäne Landschaftsentwicklung im Tal der Kleinen Laaber bei Geiselhöring - Zusammenfassung und Diskussion

Von besonderem Interesse im Rahmen der Forschung zur holozänen Landschaftsentwicklung ist stets die Frage nach den steuernden Faktoren. Aufgrund der Analyse von Auensedimenten, Hangkolluvien und Böden zeigen sich an der Kleinen Laaber drei nachhaltige Einflußgrößen: Zunächst ist dies die *höchst wirksame Beeinflussung der spätglazialen bis mittelholozänen Flußentwicklung der Kleinen Laaber durch die Donau als Vorfluter*, ferner das *die Ablagerungsbedingungen an den Hängen mitsteuernde pleistozäne Paläorelief* und schließlich in besonderem Maße der *Mensch, der die Ausbildung kolluvialer Sedimente und Auenlehme verursacht* und die *Entwicklung der Böden nachhaltig beeinflusst*. Selbst aus der Betrachtung dieses kleinen Landschaftsausschnittes wird deutlich, wie wenig in weiten Abschnitten des Holozäns die aufgrund der natürlichen Verhältnisse zu fordernde Formungsruhe de facto herrschte.

Die Flußentwicklung der Kleinen Laaber als autochthoner Fluß des Tertiärhügellandes ist bis ins ausgehende Subboreal in besonderer Weise von der fluvialen Geomorphodynamik der Donau abhängig. Anthropogene Einflüsse auf die präsubatlantische Flußgeschichte sind nur in einem sehr geringen Maße vorhanden. Die Zusammensetzung der minerogenen Anteile der Torfe in der Aue und die Befunde zur Dellenentwicklung an den Talrändern weisen auf geringe anthropogene impacts hin. Aber der „menschliche Faktor“ war zu gering, um eine nachdrückliche Beeinflussung der flußdynamischen Verhältnisse zu bewirken.

Im Zuge der überregional wirksamen, spätpleistozänen bis altholozänen exzessiven Erosion der Donau (**Buch 1990, Buch & Heine 1995, Hilgart 1995**) hat sich auch die Kleine Laaber, wahrscheinlich in einem einfadigen Gerinnebettmuster, im Sinne einer rückschreitenden Erosion stark eingetieft. Die Eintiefung ist anscheinend bereits im Spätglazial beendet gewesen, da die Talauenschotter im distalen Bereich der Aue von wahrscheinlich spätglazialen Schwemmlössen überlagert sind. In Paläorinnen, die in die Talauenschotter eingetieft waren, kam es im Präboreal zur Bildung von Anmoor-Torf-Komplexen. Diese organischen Bildungen

fügen die Kleine Laaber zwanglos in überregionale Vorstellungen von fluvialer Ruhe und verminderter Hochflutaktivität im beginnenden Holozän Mitteleuropas ein (vgl. **Brunnacker & Strauch 1985**). Unter anderem an der Altmühl sind altersäquivalente Torfbildungen festzustellen (**Hilgart 1995**). In der Talau kommt es im Zeitraum zwischen Boreal und Atlantikum zur Almbildung, womit Hinweise auf einen gestiegenen Grundwasserspiegel vorliegen (**Brunnacker 1959, Jerz 1983**). Etwa ab dieser Zeit wird auch der Einfluß des Menschen im Tal deutlich. Er bleibt zunächst auf die Hänge beschränkt. Bereits im Mesolithikum beginnt lokal die „kolluviale Hangentwicklung“, wobei die mesolithische Bodenzerstörung nicht auf ackerbauliche Tätigkeiten sondern auf Eingriffe im Zuge der Anlage saisonaler Lagerplätze zurückzuführen ist. Diese aktive Umgestaltung des Raumes hatte wohl auch eine Zerrunsungsphase zur Folge, da sich im Liegenden der mesolithisch umgelagerten Sedimente keine Hinweise auf fossile Böden befinden, einen Sachverhalt, auf den auch **Bork & Rohdenburg (1979)** ausdrücklich hinweisen. Meines Erachtens ist es jedoch nicht sinnvoll, aus diesem Einzelbefund bereits auf witterungsklimatische Ereignisse besonderer Art (Häufung von Starkregenereignissen etc.) zu schließen. Bis in die Frühbronzezeit und nachfolgend läuft in der pleistozän angelegten Delle ein Wechselspiel von (überwiegender) Akkumulation und (untergeordneter) Erosion ab. Es kann von einem Standort mit „Durchgangs-Akkumulationsbedingungen“ gesprochen werden. Die Ausräumung der Sedimente ist immerhin so stark, daß sich in den Kolluvien keine ausgeprägte Pedogenese nachweisen läßt. Phasen erhöhter Abtragung und Akkumulation sind gut durch eingeschaltete Kieslagen verifizierbar (vgl. **Dieckmann 1995**). Eine ähnliche phasenhafte Ablagerung von Sedimenten in Dellen beschreiben u.a. **Lüning et al. (1971)**.

Der Transport der Sedimente in die Aue muß jedoch bis ins einsetzende Subatlantikum nur untergeordneter Bedeutung gewesen sein und hat möglicherweise lediglich die distalen Auenbereiche erreicht, wie die Befunde zur fluvialen Entwicklung zeigen. Auch südlich der Kleinen Laaber sind ausgedehnte und intensive vorgeschichtliche Besiedlungsspuren belegt (u.a. **Schaich et al. 1994**). Die Bodenerosion im Zuge der älteren vorgeschichtlichen Besiedlung vom Mittelneolithikum bis in die Bronzezeit bleibt jedoch ohne Nachweis in der Aue und damit von einem lokalen, auf die Hangdellen beschränkten Charakter.

Aktive fluviale Formung im Sinne einer Eintiefung setzt im Tal der Kleinen Laaber erneut im Atlantikum, möglicherweise zu parallelisieren mit der Bildung einer Auenstufe an der Donau (**Buch 1990**), oder spätestens an der Grenze Atlantikum/Subboreal ein. Eine erneute Phase verminderter Hochfluttätigkeit ist für das letzte Drittel des Subboreals nachgewiesen. Wiederum kommt es zur Bildung von organischen Ablagerungskomplexen in jüngeren Paläorinnen. Ab dem ausgehenden Subboreal/beginnendem Subatlantikum ist an der Kleinen Laaber der Beginn einer großflächigen Auenlehmlagerung zeitlich fixiert. Dies fällt zusammen mit einer zeitgleichen kurzfristigen Aktivierung der Hochflutsedimentation an der Donau (**Buch 1990**). Im südlichen Randbereich der Laaberaue, unterhalb des vorgeschichtlichen Siedlungsareales setzt etwa gleichzeitig, möglicherweise ein wenig früher auch die Schüttung eines Schwemmfächers ein; die ältesten Schwemmfächersedimente werden bereits von der beginnenden Auenlehmbildung fossilisiert. Die auslösende Bildungsursache dieser geomorphologischen Form wird mit der Besiedlungsphase der Älteren Hallstattzeit korreliert. Auch hallstattzeitliche Hügelgräber in der Talau, die an der Basis der Auenlehme ansetzen, sind weiterer Beleg für das Einsetzen der Hochflutsedimentation an der Wende Subboreal/Subatlantikum. Recht wenige Aussagen können über die Geschwindigkeit und den Ablauf der Auenlehmsedimentation gemacht werden, da keine zweifelsfrei autochthonen fossilen Böden in den Auenlehmen nachgewiesen werden konnten (vgl. **Heine 1970: 44**). Insgesamt ist von einer *eingliedrig* Auenlehmedecke an der Kleinen Laaber zu sprechen. Auch fehlen meines Erachtens die aus anderen Flußgebieten als Schwarze Auenböden oder Feuchtschwarzerden (u.a. **Mäckel 1969**) bekannten älteren Bodenbildungen. Die Annahme

einer relativ starken eisenzeitlichen Sedimentation, unterbrochen von einer bis ins Frühmittelalter reichenden Ruhephase, bleibt deshalb, trotz stützender archäologischer Befunde spekulativ. Schließlich nivelliert die Auenlehmdecke sämtliche ehemaligen Höhenunterschiede in der Talau. Hinweise auf Auenstufen im Sinne von **Hilgart (1995)** finden sich an der Kleinen Laaber nicht.

Überraschenderweise treten im Umfeld der spätlatènezeitlichen Viereckschanzen nördlich der Kleinen Laaber keine ausgeprägten Umlagerungserscheinungen auf. An diesem Standort läßt sich die Aussage von **Eheim & Völkel (1994)** bestätigen, daß bereits vor mehr als 2000 Kalenderjahren die Parabraunerden im nördlichen Teil des südbayerischen Lößgebietes hinsichtlich des Lessivierungsprozesses ihr Klimax-Stadium erreicht haben. Die potentielle bodenbildende Kraft im Holozän unter Waldvegetation (vgl. **Bork 1988**) ist dennoch sehr groß. Dies zeigen die recht intensiven Tonverlagerungsprozesse in den Wällen des keltischen Erdwerkes. Die Notwendigkeit von Absolutdatierungen für ein chronologisches „Landschaftsentwicklungsmodell“ wird deutlich, da archäologische Befunde zur zeitlichen Einordnung kolluvialer Umlagerungen oftmals nicht ausreichen bzw. nicht eindeutig datieren können. Ferner kann die Entwicklung der Reliefformen modellhaft in ein Kaskadensystem im Sinne von **Chorley et al. (1994)** eingebunden werden. So werden „junge Auenlehme“ und „alte Kolluvien“ miteinander verknüpft und es wird verständlich, warum eine intensive Beeinflussung der Aue durch das menschliche Handeln erst im ausgehenden Subboreal einsetzt, obgleich die Besiedlungsgeschichte des Tales bis ins Atlantikum zurückreicht.

5.1.2 Aufbau der Auensedimente im Tal der Großen Laaber

Wie die Kleine Laaber zählt auch die nordwestlich davon befindliche, fast parallel fließende Große Laaber²⁴⁸ (vgl. Abb. 46) mit einem vergleichbaren Einzugsgebiet zu den autochthonen Flüssen des Tertiärhügellandes und ferner zu den altbesiedelten Tälern.

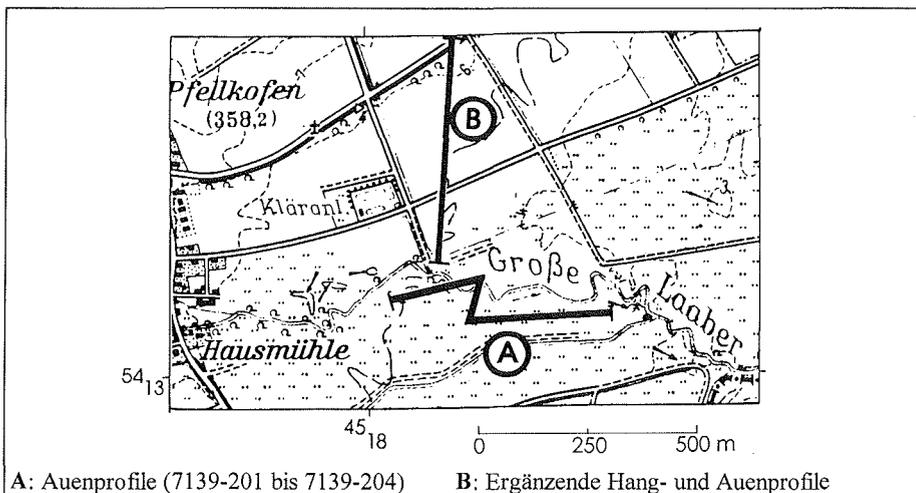


Abb. 46: Standort Große Laaber - Übersicht.

²⁴⁸ Standort 8 (Abb. 5).

Wenige km östlich von Pfakofen wurden zum Vergleich mit den Verhältnissen an der Kleinen Laaber Auenprofile aufgenommen, die an dieser Stelle kurz referiert werden. Morphologie und Ausprägung der Auen beider Flüsse entsprechen einander. Ebenso stehen im Tal der Großen Laaber eine ausgeprägte SSE-Asymmetrie in Erscheinung. Geologisch treten neben quartären Lockersedimenten und Tertiärsubstraten vereinzelt Ausläufer der Regensburger Kreide an.

5.1.2.1 Aufbau der Sedimente der Talauae

Der meist mittelkiesige Talauenschotter der Großen Laaber, vorwiegend aus Quarzgeröllen aufgebaut, steht in einer Tiefe zwischen etwa 1,25 bis 1,85m an. Darüber folgt entweder ein sandiges, meist graues Auensediment mit Sandanteilen bis zu 70% (zumeist mit Mittelsandmaximum) oder ein humoses Auensediment mit Anteilen an organischer Substanz zwischen 3 und 6%. Stärker humose, anmoorige Sedimente wurden nicht erbohrt. Teilweise kann das humose Auensediment, dessen Feinerdefraktion schluffig-tonig bis lehmig-sandig ausgebildet ist, seinerseits von sandigen Sedimenten überlagert werden. Im überwiegenden Falle geht es aber nach oben in einen schluffig-tonigen bis schluffig-lehmigen Auenlehm über, der den Aufbau der Auensedimente abschließt.

Die Tongehalte der meist 0,7 bis 1,0m mächtigen Auenlehme liegen durchschnittlich bei 34% (Max. 43%, Min. 21%)²⁴⁹. Schluffe tragen im Mittel 58% zum Aufbau der Auenlehme bei. Innerhalb der Schlufffraktion nehmen Mittel- und Grobschluff ähnliche Anteile (etwa 22 bis 25%) ein (vgl. Abb. 47). Sande haben mit etwas über 7% nur einen sehr geringen Anteil an der granulometrischen Zusammensetzung der Auenlehme, bei denen es sich in der Regel um skelettfreie Hochflutsedimente handelt.

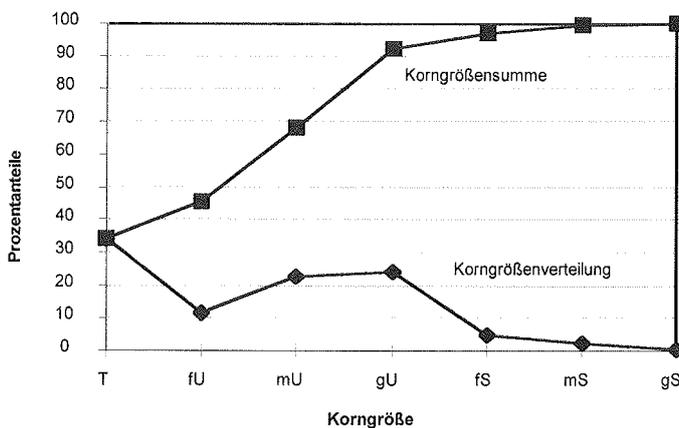


Abb. 47: Korngrößenverteilung und Korngrößensumme der Auenlehme der Großen Laaber (n=14).

Die Auenlehme sind meist schwach bis mittel humos (Mittelwert der organischen Substanz: 1,8%). Darüber hinaus treten sie im Regelfall carbonatfrei auf. Einzelne carbonathaltige Auenlehme (Profil 7139-203) fallen hier mit Lössen als Substrat der Bodenerosion zusammen. Allerdings betragen deren Restcarbonatgehalte nur noch maximal 4,6%. In bezug auf ihre

²⁴⁹ Da die aAp-Horizonte oftmals von Fremdmaterial wie Ziegelbruchstücken etc. gekennzeichnet sind, ferner stellenweise auf aktive anthropogene Eingriffe hinweisen, wurden sie nicht in diese Auswertung einbezogen. Ebenso wurden die humosen Auensedimente (fAh*Gr-Horizonte) nicht berücksichtigt.

Bodenreaktion befinden sich die Hochflutsedimente vorwiegend im schwach sauren Milieu, bei pH(CaCl₂)-Werten zwischen 6,0 und 7,5. Farblich handelt es sich mehrheitlich um matt gelblich-braune bis gelblich-braune Substrate, die nach unten hin zunehmend hydromorpher Überprägung unterliegen. Als Bodentyp liegt in den untersuchten Bereichen der Talau der Großen Laaber regelhaft ein Brauner Auenboden (Vega) vor.

Mit Hilfe des Bohrprofils 7139-201 (Große Laaber 1) (Abb. 48, Abb. 49) wird der Aufbau der Sedimente in der Talau der Großen Laaber exemplarisch dargestellt. Profil 7139-201 befindet sich in 354m NN, ca. 10m südlich des rezenten Laufes der Großen Laaber.

An der Basis der Bohrung tritt ab einer Tiefe von 1,85m der fast ausschließlich aus Quarzgeröllen aufgebaute Talauenschotter (7139-201/11) auf. Seine Feinerdefraktion besteht aus einem lehmigen Sand, wobei innerhalb der Sandfraktionen der Mittelsand dominiert. Darüber folgen zwei granulometrisch eindeutig voneinander trennbare fAh*Gr-Horizonte. Das liegende humose Auensediment (7139-201/10) ist einerseits toniger ausgebildet (30% Ton gegenüber knapp 14% Ton im hangenden humosen Auensediment), andererseits zeigt es wesentlich geringere Skelettanteile. Zudem ist das stärker sandig ausgeprägte, hangende, humose, ebenfalls schwarze (2,5Y 2/1) Auensediment (7139-201/9) durch recht hohe Kiesanteile charakterisiert. Dies wird als Reaktivierung des fluvialen Geschehens interpretiert und tritt in dieser Gestalt u.a. auch in Profil 7139-203 (Große Laaber 3) (vgl. Kap. 9.1.2) auf, wo es gleichfalls ein schluffig-lehmiges, humoses Auensediment fossilisiert hat. Das kiesdurchsetzte humose Auensediment geht in ein zuerst noch humoses, dann sehr schwach humoses, sandiges Auensediment über, das sich durch die Zusammensetzung der Sandfraktion mit sehr geringen Grobsandanteilen eindeutig absetzt (IVaGr). In einer Tiefe von 0,95m erfolgt erneut ein stratigraphischer Wechsel. Der IIIaGor-Horizont ist toniger und humoser als der liegende IVaGr-Horizont. Darüber liegen die schwach humosen bis humosen, schluffig-tonigen Auenlehme im eigentlichen Sinne (7139-201/5 bis 7139-201/2). Sie weisen an dieser Stelle eine ca. 0,7m vertikale Erstreckung auf und sind sedimentologisch nicht weiter differenzierbar. In Profil 7139-201 tritt mit Tongehalten von mehr als 40% eine tonige Variante der Auenlehme auf. In Profil 7139-203 (vgl. Kap. 9.1.2) sind die Auenlehme eindeutig lößbetonter und mit weniger als 30% an Ton ausgestattet.

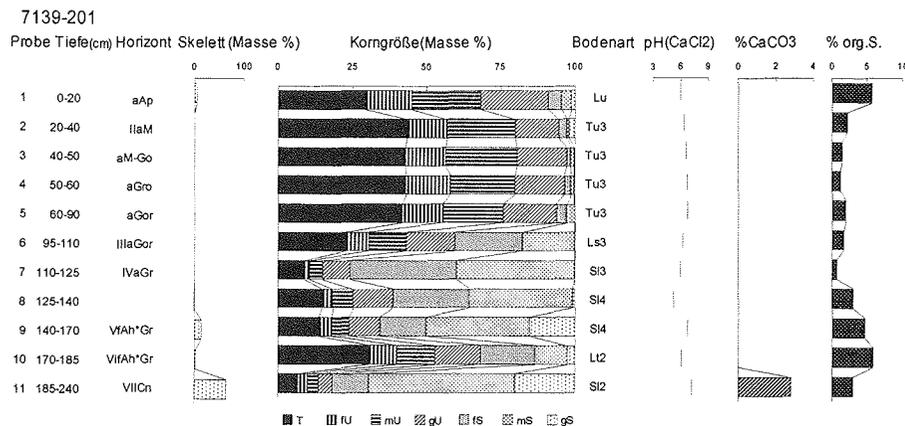


Abb. 48: Profil 7139-201 (Große Laaber 1)²⁵⁰. Laboranalytische Standardwerte.

Im Verbund mit weiteren Profilen (7139-202 und 7139-204) (vgl. Kap. 9.1.2), von denen gleichfalls die laboranalytischen Standardparameter vorliegen, läßt sich eine gewisse horizontale Faziesdifferenzierung der Auenlehme belegen. Vertikal stellen sich die Auenlehme jedoch zumeist als eingliedrige Bildung dar. Auch die geringen Carbonatanteile in bestimmten Profilen erlauben meines Erachtens keine weiterführende Differenzierung.

²⁵⁰ In den Proben 201/6 und /7 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

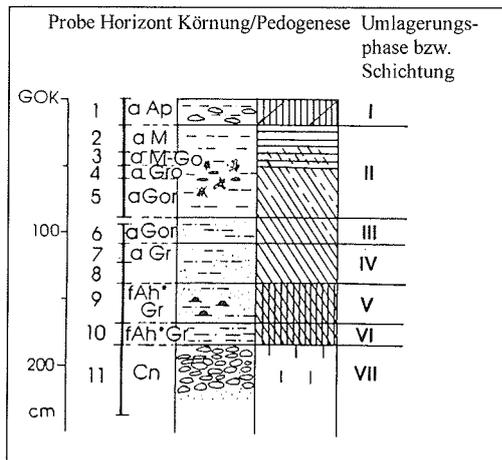


Abb. 49: Profil 7139-201 (Große Laaber 1).

5.1.2.2 Zusammenfassung - Talau der Großen Laaber bei Pfakofen

Bedingt durch die geringe Anzahl an Profilen in der Aue der Großen Laaber bei Pfakofen lassen sich nur einige grundsätzliche Aussagen zum Aufbau der Talau, auch im Vergleich zur Kleinen Laaber, formulieren. Ein generalisiertes Bild zeigt an der Basis die Talauenschotter, überlagert von meist sandigen Auensedimenten. Diese werden von humosen Auensedimenten bedeckt, die ihrerseits von schluffig-tonigen bis schluffig-lehmigen Auenlehmen fossilisiert werden. Die Stratigraphie entspricht in groben Zügen jener der Auensedimente der Kleinen Laaber. Anmoorig-torfige Komplexe weisen im Tal der Kleinen Laaber eine größere Verbreitung auf. Die Auenlehme der Großen Laaber erreichen mit durchschnittlich 1m ähnliche Mächtigkeiten wie jene der Kleinen Laaber. Allerdings liegen keine Hinweise vor, die auf den Beginn der Hochflutsedimentation schließen lassen.

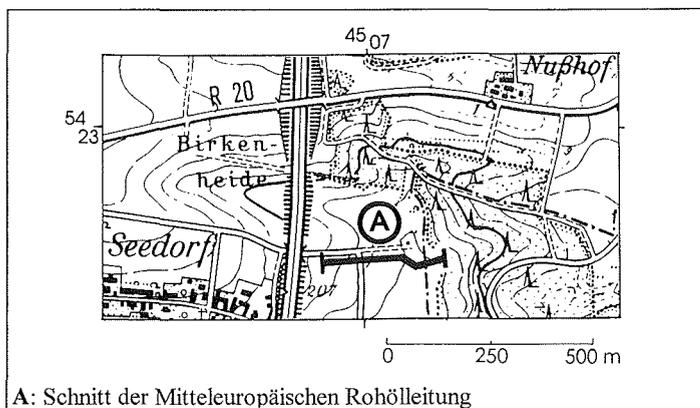
Aus Analogieerwägungen zu den Befunden an der Kleinen Laaber auf einen eiszeitlichen Beginn der Auenlehmsedimentation zu schließen, ist nicht möglich. Insgesamt sind die Auenlehme der Großen Laaber etwas toniger als an der Kleinen Laaber ausgebildet. Sie zeigen ein Korngrößenspektrum, daß auf eine stärkere Lößbeeinflussung schließen läßt.

5.2 Holozäne Relief- und Pedogenese im Tertiärhügelland

Bereits bei der Betrachtung der Landschaftsgeschichte im Tal der Kleinen Laaber (Kap. 5.1.1) wurde auf die holozäne Formenentwicklung sowie die Auswirkungen und das Alter der quasinatürlichen Reliefformung eingegangen. Anhand von vier ausgewählten Standorten im Tertiärhügelland, mit jeweils günstigen Aufschlußsituationen, wird im folgenden ein Einblick in die postglaziale Reliefentwicklung südlich von Regensburg gegeben.

5.2.1 Dellenentwicklung im Verzahnungsbereich unterschiedlicher Lockersedimente bei Seedorf

Im Zuge des Baus der mitteleuropäischen Rohölleitung (MERO) standen im Sommer 1995 kurzfristig längere Aufschlüsse zur Verfügung. Bei Seedorf²⁵¹ (Abb. 50), etwa 10km südlich von Regensburg gelegen, kann im Verzahnungsbereich zwischen dem Lößhügelland im eigentlichen Sinne und einem Gebiet mit geringer Lößbedeckung, das überwiegend aus Tertiärsedimenten (Abb. 51) aufgebaut ist, eine sehr differenzierte und kleinräumig wechselnde holozäne Reliefgenese dokumentiert werden.



A: Schnitt der Mitteleuropäischen Rohölleitung

Abb. 50: Standort Seedorf - Übersicht.

Tertiärsedimente treten vorwiegend als Feldspatsande²⁵² in Erscheinung, untergeordnet auch als Tone²⁵³. Östlich an die Verbreitung der tertiären Feldspatsande anschließend, treten die von **Oschmann (1958: 46)** ins ausgehende Tertiär gestellten Höhenhofer Schotter auf, deren Altersstellung jedoch nicht unumstritten ist (**Strunk 1989**). Südlich des Kartenausschnittes kommen zudem „in oft eng begrenzten Senken“ Reste des tortonen Braunkohlentertiärs vor (**Oschmann 1958: 44**).

Die Substratgrenzen werden eindrücklich durch die gegenwärtig unterschiedliche Nutzung dokumentiert: Intensiver Ackerbau in den Lößarealen steht einer Forst- und Grünlandnutzung der Gebiete mit nur geringer Lößbedeckung gegenüber.

Morphologisch zeigt sich eine periglazial bedingte W-Asymmetrie im Sinne von **Karrasch (1970)**. Steile bis zu mehr als 10° geneigte westexponierte Hänge stehen flacheren, maximal 3

²⁵¹ Standort 7 (Abb. 5).

²⁵² **Oschmann (1958: 141)** gibt im Gebiet um Seedorf Mächtigkeiten der Feldspatsande von bis zu 30m an.

²⁵³ **Oschmann (1958: 139)** stellt die Tone den Feldspatsanden altersgleich. Teilweise treten Tone als Einlagerungen in den Feldspatsanden auf.

bis 5° geneigten ostexponierten Hängen gegenüber. Die Lößareale sind ferner durchweg von pleistozänen Dellen geprägt, die in unterschiedlicher Mächtigkeit mit kolluvialen Sedimenten verfüllt sind.

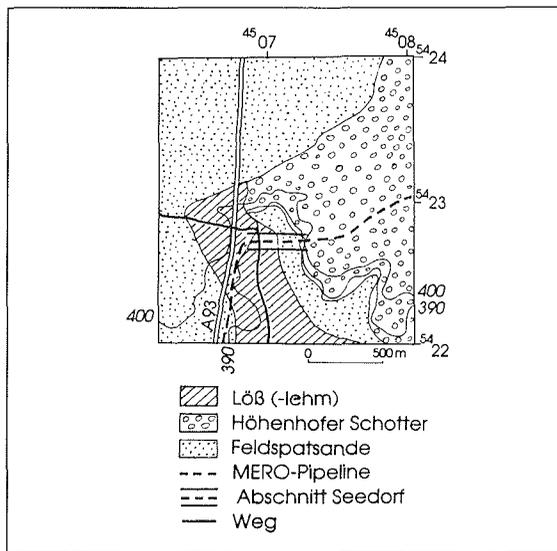


Abb. 51: Seedorf: Geologische Übersicht, nach Oschmann (1958), vereinfacht.

Aus archäologischer Sicht liegen bislang in unmittelbarer Umgebung des Standortes keine expliziten Hinweise auf vorgeschichtliche Siedlungsspuren vor, aber im weiteren Umfeld (u.a. Viereckschanze bei Poign) ist vor- bis frühgeschichtliche Nutzung dokumentiert.

5.2.1.1 Übersicht zur bodenkundlich-geomorphologischen Situation

Im westlichen Teil des knapp 300m langen und bis zu 4m hohen Aufschlusses (vgl. Abb. 52) tritt in relativer Kuppenposition eine junge, anthropogen bedingte Rinnenfüllung auf, die in einen Löß-Paläobodenkomplex eingetieft ist.

Dieser Paläobodenkomplex (stark hydromorph geprägte Tonanreicherungshorizonte) zeigt solifluidale Merkmale und erreicht maximale Mächtigkeiten von mehr als 2m. Unterlagert wird er von einem carbonatreichen tonig-schluffigen Löß. Außerhalb der kolluvialen Rinnenfüllung wird der fossile Paläobodenkomplex von einer schluffig-lehmigen Fließerde überlagert, die zahlreiche Holzkohleflechter an der Basis führt und damit den von **Strunk (1990)** im Profil Hagelstadt bzw. **Strunk et al. (1996)** im Profil Napoleonstein beobachteten altwürmzeitlichen Fließerden entspricht (Basisfließerde im Sinne von **Brunnacker 1957a**). Im zentralen westlichen Teil dieses Aufschlusses ist die Basisfließerde bereits ausgeräumt und die Delle erneut kolluvial verfüllt worden, wobei das Alter dieser Rinnenfüllung unbekannt ist. In der bis zu 1,3m mächtigen²⁵⁴ und über 30m breiten Rinne treten zwar Holzkohleflechter und unzweifelhaft vorgeschichtliche Keramik auf. Allerdings können aus diesen Befunden keine datierenden Hinweise abgeleitet werden. Diskordant abgegrenzt von dieser Paläobodenabfolge, die nachfolgend detaillierter diskutiert wird, tritt, im nach Osten ziehenden Hangabschnitt, die reliefbedingte Abfolge von Erosions- und Akkumulationsstandorten auf. Im Oberhangbereich treten

²⁵⁴ An dieser Position wurden knapp 0,5m (Ap-Horizont) durch den Pipelinebau abgetragen.

oberflächlich bereits Fließerden aus Lößlehm vermengt mit tertiären Tonen und Sanden auf. Hangabwärts folgt an der Oberfläche der carbonathaltige Würmlöß über den Lößlehm-Tertiär-Fließerden, schließlich der kaum pseudovergleyte Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde. Im Unterhangbereich schließt sich ein kolluvial umgelagertes Sediment mit Holzkohlestückchen und Keramikbruchstücken an, das sich letztlich mit den Sedimenten des pleistozän angelegten Tälchens verzahnt. Die mehr als 2m mächtigen Talfüllungen sind stratifizierbar; sie sind durch eingeschaltete Kieslagen und Materialwechsel eindeutig voneinander zu trennen. Im Grabenbereich treten Holzkohlen in konventionell datierbaren Mengen auf. Die ^{14}C -Altersbestimmungen belegen ein vorgeschichtliches, spätbronzezeitliches²⁵⁵ Alter der Sedimentumlagerungen (vgl. Tab. 13).

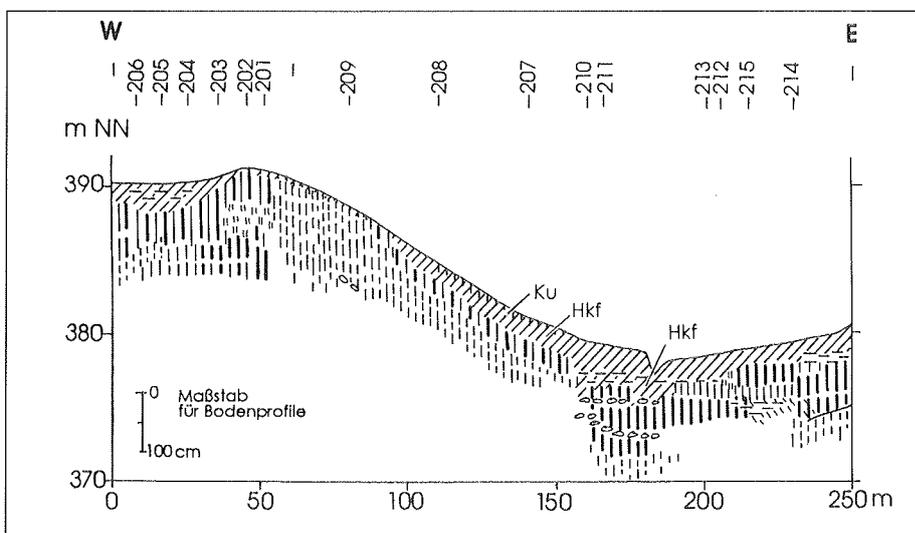


Abb. 52: Seedorf: Pedologische Übersicht.

Probennummer	Labornummer	Datiertes Material	Tiefe (in cm)	$\delta^{13}\text{C}$ [‰]	Konventionelles ^{14}C -Alter (68% [1 sigma])	Kalibriertes Alter
7038-210/4B	Hv 21184	Holzkohle	140	-25,9	2910±60	cal BC 1195-995
7038-210/5A	Hv 21182	Holzkohle	190	-25,8	2930±90	cal BC 1260-995

Tab. 13: ^{14}C -Datierungen an Holzkohle (Seedorf).

Im Gegensatz zum ostexponierten Hang- und Hangfußbereich mit ausschließlich lößbürtigen, sowohl sedimentologisch als auch pedogenetisch kaum zu differenzierenden Kolluvien, treten im Grabenbereich ausgesprochene Wechsel schluffiger (lößdominierter) und sandiger (durch tertiäre Feldspatsande beeinflusste) Sedimente auf. Weiter östlich, aus dem Grabenbereich herausgreifend, unterlagern pleistozäne Fließerden die holozäne Grabenfüllung. Diese Fließerden sind stärker tertiär dominiert als die vorher genannten. Sie führen zudem Material

²⁵⁵ Urnenfelderzeitliches.

der auf der Anhöhe anstehenden Höhenhofer Schotter. Lößderivate treten am westexponierten Hang nur untergeordnet auf.

Innerhalb weniger hundert Meter kommen in diesem Reliefausschnitt nebeneinander ein Löß-Paläoboden-Quartärprofil mit einer (wahrscheinlich jungholozänen) anthropogenen Rinnenfüllung, ein lößdominiertes Hangkolluvium, urnenfelderzeitliche Rinnenfüllungen und pleistozäne, stark tertiär eingefärbte Fließerden vor. Im folgenden werden diese Reliefsegmente anhand von Einzelprofilen detaillierter dargestellt. Anschließend (Kap. 5.2.1.2) wird die zeitliche Entwicklung und Veränderung des Reliefs diskutiert.

Löß-Paläoboden-Komplex mit jungholozäner (?) Rinnenfüllung im Westteil des Hangschnittes Seedorf

Profil 7038-206 (Seedorf 6) (Abb. 53, vgl. Abb. 52) in 391m NN erfaßt die Abfolge Rinnenfüllung-Pedokomplex und Prä-Würmlöß. Die Basisfließerde mit Holzkohleflittern ist an dieser Stelle bereits abgetragen. In ca. 3m Tiefe (7038-206/12) setzt der Profilaufbau mit einem leuchtend braunen (7,5YR 5/6) bis leuchtend gelblich-braunen (10YR 6/8), carbonatreichen, tonig-schluffigen Löß ein. Zahlreiche Mollusken, teilweise als Splitter, teilweise vollständig erhalten, treten darin auf. Die Nadelstichporen sind zumeist mit Mangan ausgekleidet, an Spaltflächen ist zudem Toneinspülung erkennbar. Die Carbonatgehalte dieses nach Osten hin auskeilenden Lösses liegen bei ca. 20%, die Tonanteile ebenfalls. Grobschluffgehalte befinden sich bei 35% gegenüber Mittelschluffanteilen von 25 bis 28%. Zur Bodenbildung aus diesem Löß gehört ein Btv-Horizont (7038-206/10), dessen Tonbahnen in die liegenden Horizonte eingreifen. Weiter östlich (Profil 7038-205, vgl. Kap. 9.1.3) wird dieser carbonathaltige Löß von weiteren Bodenbildungen (pseudovergleyte Bt-Horizonte), die in Fließerden entwickelt sind, unterlagert. Stratigraphisch das Liegende bilden dort in knapp 4m Tiefe Schotterlagen, die nicht in ihrer originalen Lage auftreten, sondern pleistozän umgelagert sind. Teilweise verzahnen sie sich mit Spülsedimenten, die vorwiegend durch Feldspatsande charakterisiert sind (vgl. dazu die Umlagerungsfolge bei **Strunk 1990: 91-92**). In Profil 7038-206 schließt sich dem carbonathaltigen Löß ein über 1,5m mächtiger polygenetischer Pedokomplex (7038-206/9 bis 7038-206/4) an. Darin treten stark pseudovergleyte, durch Mangan- und Eisenflecken charakterisierte, fossile Bt-Horizonte auf. Die maximalen Tongehalte des Paläobodenkomplexes liegen bei knapp 36%. Im Sinne der rezenten Pedogenese mit Bt-Horizonten von maximal 0,5m Mächtigkeit erscheint es zunächst unwahrscheinlich, daß es sich hierbei um die Bodenbildung eines Interglazials handelt. Andererseits beschreibt **Strunk (1990: 90)** im Quartärprofil Hagelstadt den ersten fossilen Bt-Horizont (Riß/Würm-Interglazial) mit einer Mächtigkeit von 1,9m. Basierend auf dieser Feststellung und in Ableitung aus der geomorphologischen Dellenposition ist auch bei Seedorf eine entsprechend mächtige Bodenbildung durchaus denkbar. Aufgrund der granulometrischen Ergebnisse lassen sich innerhalb dieses Bodens mehrere Fließerden voneinander abgrenzen. Nach oben hin (IIIfBt*Sd) werden die Fließerden zunehmend sandiger. Darüber hinaus zeichnet sich die oberste Fließerde durch signifikant höhere Anteile an organischer Substanz (ca. 1%) aus. In Profil 7038-206 wird dieser fossile Boden, der sich über mehrere Fließerden erstreckt, *direkt* von einer sehr schwach humosen, tonig-schluffigen Rinnenfüllung überlagert. Holzkohleflitter, Keramikbruchstücke (vorgeschichtlich) und Silexabschläge belegen die anthropogene Bedingtheit dieses Substrates. Darüber hinaus ist dieses Sediment durch Mangankonkretionen und flächenhaften Eisenausfällungen gekennzeichnet. Außerhalb der Rinnenposition wird der fossile Paläobodenkomplex des Profils 7038-206 von einer stark mit Holzkohlen und Holzkohleflittern durchsetzten schluffig-lehmigen Fließerde überlagert. Nach **Strunk et al. (1996: 69)** stellt die Basisfließerde im Sinne von **Brunnacker (1957a)** das „korrelate Sediment intensiver Solifluktion und Spülerosion während des Altwürm“ dar. „Genetisch handelt es sich um umgelagertes Material des liegenden Riß/Würm-Interglazialbodens“ (**Strunk et al. 1996: 70**).

In Seedorf überlagert die Basisfließerde mit Tongehalten von knapp unter 25% stellenweise sogar einen fossilen Al-Horizont (Profil 7038-202, vgl. Kap. 9.1.3). Im Gegensatz zu anderen Befunden aus dem Regensburger Raum (**Buch & Zöller 1990, Strunk 1990, Strunk et al. 1996**) findet sich über dieser Fließerde keine differenzierte Würmlößabfolge. Der Bt-Horizont der rezenten Parabraunerde, knapp 0,4m stark ausgeprägt, ist ebenfalls in einer Fließerde entwickelt; er läßt sich eindeutig von der liegenden Basisfließerde trennen. Carbonathaltiger Löß zwischen der holozänen Bodenbildung und der altwürmzeitlichen Basisfließerde treten in Profil Seedorf nicht auf. Der Al-Horizont der rezenten Bodenbildung ist zudem vollständig erodiert.

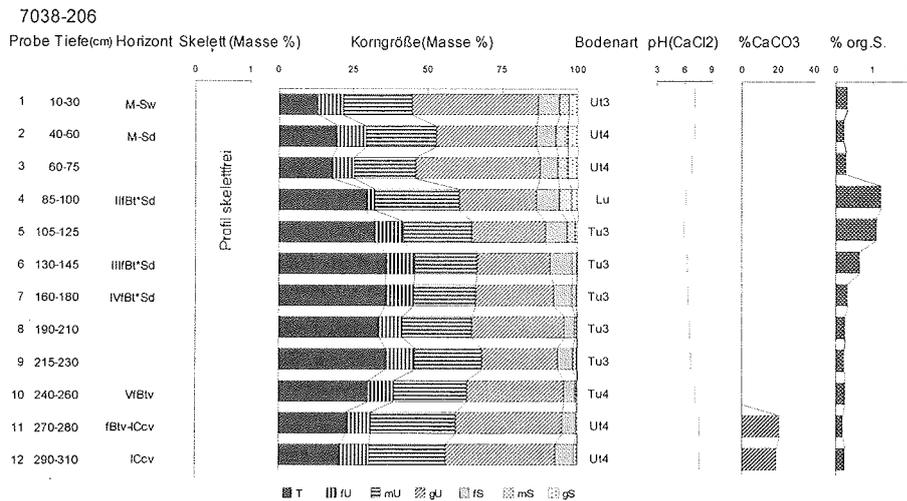


Abb. 53: Profil 7038-206 (Seedorf 6)²⁵⁶. Laboranalytische Standardwerte.

Im Westteil des Aufschlusses Seedorf kann auf Grundlage dieser Befunde folgende stratigraphische Abfolge gekennzeichnet und der Versuch einer zeitlichen Einordnung vorgenommen werden:

Stratigraphisch an der Basis treten solifluidal umgelagerte Kiese und Sande, teilweise als Spülsedimente ausgebildet, in Erscheinung. Es ist nicht eindeutig zu klären, ob es sich hier um ein Äquivalent der Umlagerungsfolge im Sinne von **Strunk (1990)**, der „markantesten Diskordanz im Profil Hagelstadt“ (**Strunk 1990: 91**) handelt. Die stratigraphische Position der Sedimente entspricht einander zweifellos. Im Hangenden des Umlagerungshorizontes folgt ein nur stellenweise, bis zu 1,5m aufgeschlossener fossiler Bodenkomplex, der sehr stark hydromorph geprägt ist. Anschließend tritt ein prä-würmzeitlicher, carbonathaltiger bis carbonatreicher Löß auf. Überlagert wird der Löß von einer maximal 1,6m mächtigen polygenetischen Bodenbildung. Die Mächtigkeit dieses stark hydromorph überprägten Bodens ist meines Erachtens mit der Reliefposition zu erklären. Sie hat über mehrere, granulometrisch trennbare Fließerden hinweggegriffen. Da der fossile Bt-Horizont an einigen Stellen von einer (höchstwahrscheinlich) altwürmzeitlichen Basisfließerde fossilisiert ist, wird er mit dem 1. fBt-Horizont von **Strunk (1990)** parallelisiert und als Riß/Würm-Interglazialboden angesprochen. Aufgrund seiner starken Hydromorphiemerkmale ist er genetisch als Parabraunerde-Pseudogley zu bezeichnen. Der liegende Löß dieses Parabraunerde-Pseudogley stammt aller Wahrscheinlichkeit nach aus dem Riß²⁵⁷.

Außerhalb der Rinnenposition tritt über der altwürmzeitlichen Basisfließerde die holozäne Bodenbildung, ebenfalls aus einer Fließerde, auf. Carbonathaltige Würm-Lösse sind in diesem Bereich des Profils Seedorf nicht nachzuweisen. In der Rinnenposition fehlt die holozäne Bodenbildung vollständig. Sie wurde an dieser Stelle, anthropogen bedingt, erodiert und nachfolgend mit tonig-schluffigen Sedimenten erneut verfüllt. Außer einer recht starken

²⁵⁶ In den Proben 206/3, /8 und /12 treten Skelettgehalte von < 1Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt. Weiter tritt in 206/10 ein Carbonatgehalt von < 1% auf. Dieser wird ebenfalls graphisch nicht dargestellt.

²⁵⁷ **Strunk et al. (1996)** beschreiben an der Lokalität Napoleonstein bei Regensburg einen extrem carbonatreichen (28% CaCO₃) Rißlöß mit Tongehalten von ca. 20%.

Pseudovergleyung findet sich in diesen kolluvialen Straten kein weiterer Hinweis auf pedogenetische Transformations- bzw. Translokationsprozesse. Über das Alter dieser Kolluvien können keine genaueren Angaben gemacht werden.

In diesem Teil des Schnittes Seedorf wird die Bedeutung des prä-würmzeitlichen Paläoreliefs und der prä-würmzeitlichen Böden für die Entwicklung der heutigen Standortverhältnisse deutlich (vgl. **Bibus 1989: 82**).

Unabhängig und stark abweichend stellt sich die Reliefentwicklung am ostexponierten Hang des Standortes Seedorf dar (vgl. Foto 2).

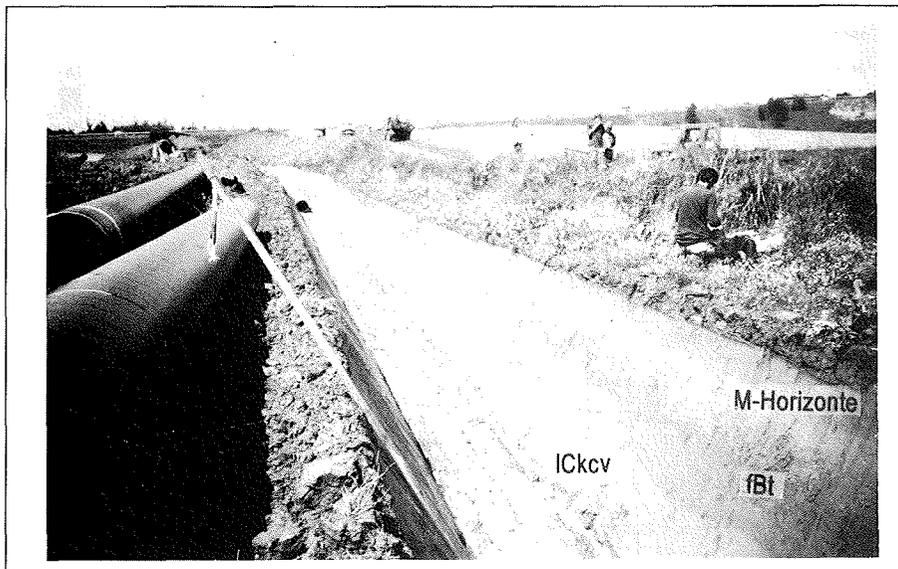


Foto 2: Blick aus östlicher Richtung auf die Hangkolluvien im Aufschluß Seedorf (vgl. Abb. 52) (Aufnahme: T. Nuber).

Böden am ostexponierten Hang

Im Hangfußbereich treten bis zu 0,7m mächtige Hangkolluvien auf, die sich in Rinnenposition mit den dortigen Umlagerungssedimenten verzahnen. Profil 7038-207 (Seedorf 7) in 381m NN (vgl. Abb. 52) zeigt einen entsprechenden Durchgangs-Akkumulationsstandort (Abb. 54, Abb. 55). In einer Tiefe von 1,95 bis 2,2m ist eine Verbraunung und Verlehmung im Würmlöß aufgeschlossen (70138-207/12). An der Obergrenze dieses gelblich-braunen (10YR 5/8), schluffig-lehmigen Horizontes sind Lößkindel konzentriert. Weitere Bodenbildungen sind im Würmlöß, der in einer Mächtigkeit von 0,7m aufgeschlossen war, *nicht* zu erkennen. Stratigraphisch entspricht dieser sekundär mit Carbonat aus dem Hangendlöß angereicherte (ca. 11 bis 14% CaCO₃) Horizont dem (WI/WII) Braunen Verwitterungshorizont im Sinne von **Brunnacker (1957a)** bzw. dem Mittelwürm-Boden (MW-Boden) von **Buch & Zöller (1990)**, der „zwischen 28 und 30ka vor heute“ (**Buch & Zöller 1990: 82**) gebildet wurde. Innerhalb des Jungwürms zeigen sich bei Seedorf *keine* weiteren Bodenbildungen. Der von **Strunk (1990: 94)** beschriebene jungwürmzeitliche Naßboden im Profil Hagelstadt tritt meines Erachtens in Seedorf nicht auf; die noch weitergehende, höher auflösende Gliederung des Jungwürms im Sinne von **Buch & Zöller (1990)** läßt sich damit ebenfalls nicht nachweisen. Überlagert wird der Mittelwürm-Boden von einem knapp 0,4m mächtigen Jungwürmlöß (7038-207/11 und 7038-207/10), der Carbonatgehalte von ca. 16 bis 20%²⁵⁸ und Tonwerte von knapp 20% zeigt. Darin ist eine schwach pseudovergleyte Parabraunerde entwickelt.

²⁵⁸ Im Vergleich zu den von **Völkel (1995: 110)** beschriebenen Würmlössen mit 30 bis 40% haben die Lössse bei Seedorf geringe Carbonatgehalte.

166 5 Ergebnisse

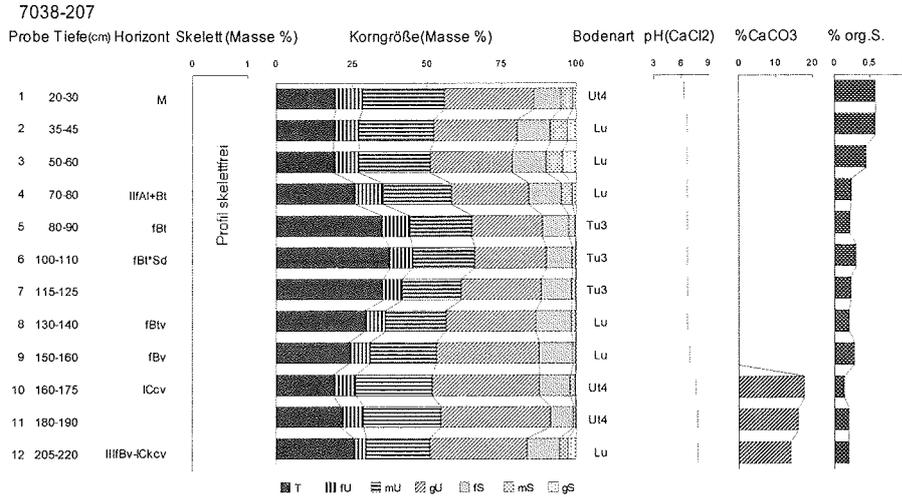


Abb. 54: 7038-207 (Seedorf 7)²⁵⁹. Laboranalytische Standardwerte.

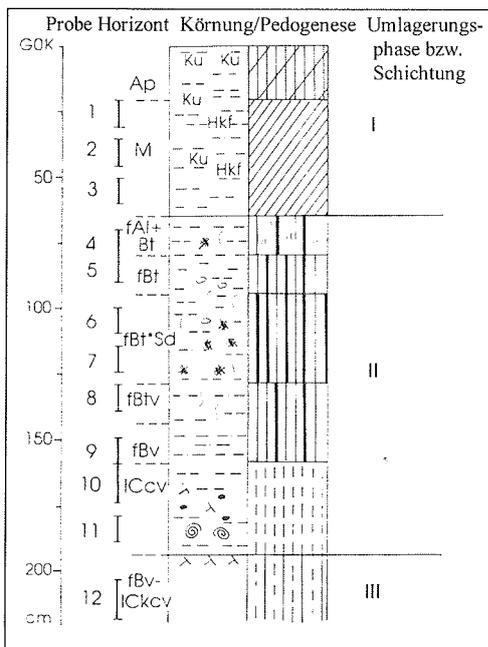


Abb. 55: Profil 7038-207 (Seedorf 7).

Der subpolyedrisch bis polyedrisch strukturierte, braune (7,5YR 4/6) fBt- bis fBt*Sd-Horizont (7038-207/7 bis 7038-207/5) erreicht eine Mächtigkeit von 0,35m und weist die typischen Tongehalte holozäner Bt-Horizonte von 35 bis 40% auf. Nach unten hin führt ein 0,15m mächtiger fBtv- (7038-207/8) und ein ebenso starker fBv-

²⁵⁹ In den Proben 207/1, /2, /3, /5, /6, /9, /11 und /12 treten Skelettanteile von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt. Ebenso nicht gezeigt werden in der Graphik die Carbonatgehalte von < 1% in Probe /9.

Horizont (7038-207/9) zum Liegendlöß über. Der Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde ist an dieser Stelle in seiner vollen Mächtigkeit erhalten. Dies belegt der fAl+Bt-Horizont (7038-207/4) der holozäne Parabraunerde, der hier die natürliche holozäne in situ-Pedogenese abschließt.

Vor Ablagerung der kolluvialen Sedimente (207/3 bis 207/1) im Hangfußbereich wurde der Al-Horizont bereits vollständig abgetragen. Die Hangkolluvien sind schluffig-lehmig bis tonig-schluffig ausgebildet. Sie sind in der Regel schwach humos, mit Anteilen an organischer Substanz von ca. 0,5%. Die meist braunen (10YR 4/6), kaum hydromorph beeinflussten Sedimente zeigen ein kohärentes Gefüge. Anteile an Skelett (Kiese) sind meist sehr gering. Gelegentlich finden sich schwach ausgeprägte Kieslinsen, die auf einen beschleunigten Abtrag hinweisen. Regelmäßig sind die kolluvialen Straten von Holzkohleflittern durchsetzt. Keramikbruchstücke sind selten, treten sie auf, sind sie meist vorgeschichtlichen Alters, aber in keiner Weise stratifiziert.

Das Alter dieser Löß-Kolluvien ist nicht bekannt. Die Verzahnung mit Sedimenten im Grabenbereich (s.u.) läßt jedoch den Schluß zu, daß es sich hierbei *nicht* um vorgeschichtliche Umlagerungsprodukte, sondern um mittelalterlich-neuzeitliche Sedimente handelt.

Im Hangfußbereich der Catena Seedorf tritt demnach folgender Profilaufbau zutage: Über einem verbraunten und verlehmtten Mittelwürm-Boden folgt ein jungwürmzeitlicher Hangendlöß. In diesem ist die holozäne Parabraunerde entwickelt, die aufgrund der Reliefposition vergleichsweise starke hydromorphe Merkmale zeigt. Von der holozänen Bodenbildung ist lediglich der Bt-Horizont noch vollständig erhalten. Vor Ablagerung bis zu ca. 0,7m mächtiger Hangkolluvien wurde der Al-Horizont erodiert. Die lediglich in Ansätzen durch schwach ausgeprägte Kieslagen trennbaren Hangkolluvien sind aller Wahrscheinlichkeit mittelalterlich bis neuzeitlich.

Im Rinnenbereich treten dagegen kolluviale Sedimente in einer Mächtigkeit von bis zu 3m auf. Hier kann der vorgeschichtliche Beginn der Bodenerosion eindeutig belegt werden. Anhand zweier Profile aus dem Rinnenbereich wird der Aufbau der Sedimente ausführlich beschrieben (vgl. Foto 3).

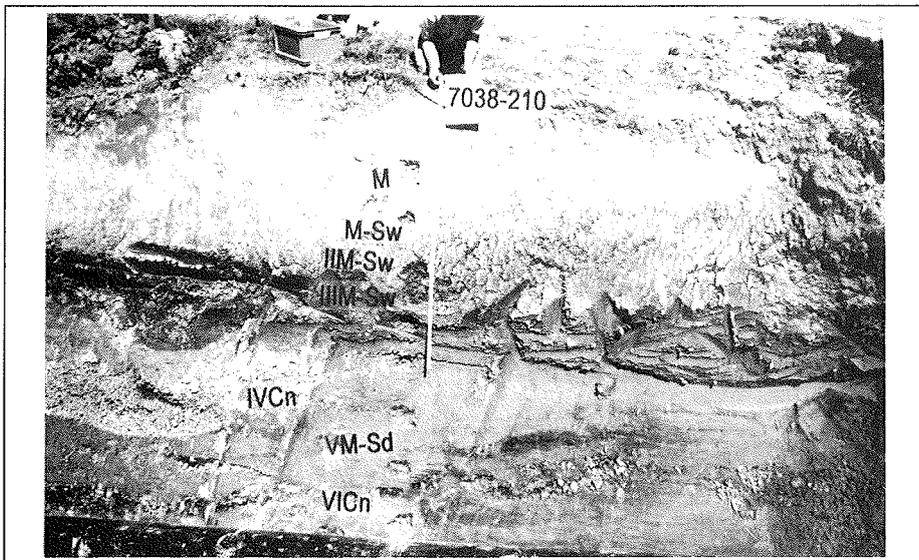


Foto 3: Sedimente im Rinnenbereich des Aufschlusses Seedorf (vgl. Abb. 52) (Aufnahme: T. Nuber).

Aufbau der Sedimente im Rinnenbereich

Die Profile 7038-210 (Seedorf 10) (Abb. 56, Abb. 57) und 7038-211 (Seedorf 11) (Abb. 58, vgl. Kap. 9.1.3), jeweils in 380m NN, liegen in zentraler Rinneposition (vgl. Abb. 52, Foto 3).

An der Basis des Aufschlusses in einer Tiefe ab 3,9m (7038-211-11) treten matt gelblich-orange (10YR 6/3) tertiäre Feldspatsande auf. Es handelt sich hierbei um eine sehr feine, v.a. durch Feinsand geprägte glimmerreiche Variante der Feldspatsande, die bei 27,8% Grobschluffanteil eine starke Durchmischung mit Löß aufweist und einer periglazialen Verlagerung unterlag. Bedeckt wird dieses Spülsediment(?) von einem stark marmorierten, schluffigen Ton (7038-211/10 und 7038/211/9), der als Lößlehmfließerde, schwach durchmenget mit tertiären Tonen, interpretiert wird. Darüber, in etwa 2,6 bis 3m Tiefe befindet sich eine Kieslage in einer sandig-lehmigen Matrix (7038-211/8 bzw. 7038/210/8). Sie ist lediglich 0,1m mächtig und weist meines Erachtens auf einen kurzen Abschnitt akzelerierter Akkumulation hin. Die Kiese selbst bestehen fast ausschließlich aus Quarzen der Höhenhofer Schotter im Sinne von **Oschmann (1958: 144-149)**. Sie werden wiederum bedeckt von einem tonig-schluffigen bis schluffig-lehmigen Sediment, in dem nur noch vereinzelt Kiese eingestreut sind. Die Mächtigkeit dieses Substrates schwankt zwischen 0,4m in Profil 7038-210 und mehr als 1,0m in Profil 7038-211. Allerdings läßt sich das Paket in Profil 7038-211 granulometrisch in ein sandigeres Sediment im Hangenden (7038-211/4) und ein stärker lößbeeinflusstes Sediment im Liegenden differenzieren (7038-211/5). Einige Holzkohleflitter in Probe 7038-211/5 weisen bereits auf eine anthropogene Ursache dieser Sedimente hin. Erneute, kurzfristige intensive Umlagerungen belegt eine zweite geringmächtige Kieslage (vgl. 7038-210/7). Die kleinräumig wechselnde Obergrenze der Kieslage befindet sich in diesem Rinnenbereich zwischen 1,7 und 2,0m. Über dem Kieshorizont schließt sich ein knapp 2,0m mächtiges kolluviales Paket, das granulometrisch trennbar und dessen Bildungsalter zumindest teilweise bekannt ist (s.u.).

In Profil 7038-210 beginnt die kolluviale Abfolge mit einem 0,4m mächtigen, gräulich-gelben (2,5Y 6/2) lößdominierten Kolluvium (7038-210/5). Darin zeigt sich ein hoher Anteil an Hüttenlehm, ebenso treten Holzkohlestücke auf. Die Datierung der Holzkohle aus einer Tiefe von 1,9m ergab ein Alter von 2930±90 BP (¹⁴C). Mit 1260 bis 995 BC (cal) ist dieses Kolluvium in die Spätbronzezeit (Urnenfelderzeit) zu stellen. Das schluffig-lehmige Kolluvium zeigt mit 1,1% an organischer Substanz einen vergleichsweise hohen Wert für die Kolluvien des Lößhügellandes. Möglicherweise kam es hierbei zur Ablagerung erodierter Ah-Horizonte. Überlagert wird der IIIM-Sw-Horizont von einem weiteren Kolluvium (IIM-Sw), das sandiger und weniger humos ausgeprägt ist. Aus diesem, ebenfalls knapp 0,4m mächtigen, pseudovergleyten Paket konnte Holzkohle in 1,4m Tiefe datiert werden. Die Radiocarbonatdatierung erbrachte ein Datum von 2910±60 BP (¹⁴C) und damit ebenfalls ein spätbronzezeitliches Alter. Statistisch betrachtet handelt es sich um *altersgleiche* Kolluvien. Diese Kolluvien weisen damit auf eine erhebliche, mindestens 0,8m mächtige Ablagerung von Sedimenten in der Spätbronzezeit hin.

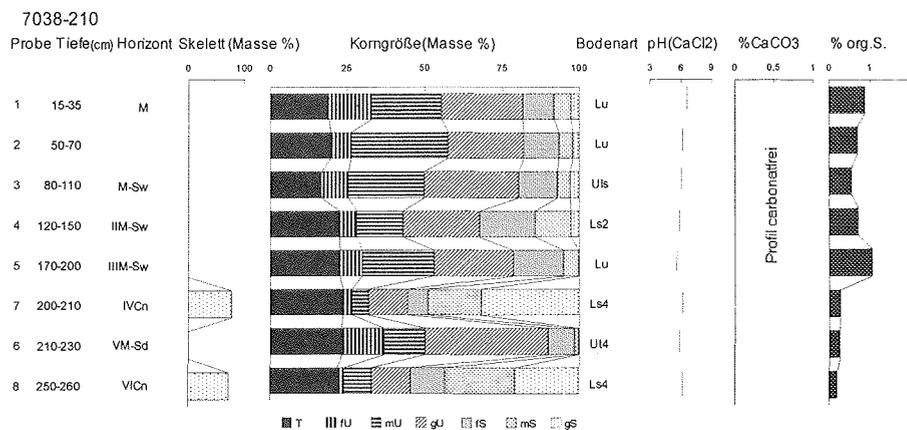


Abb. 56: 7038-210 (Seedorf 10)²⁶⁰: Laboranalytische Standardwerte.

²⁶⁰ In den Proben 210/1, /2, /3, /4, /5 und /6 treten Skelettanteile von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

Durch den Wechsel der Substrate, dargestellt an granulometrischen Parametern, läßt sich weiter ein in kurzer Zeit räumlich verändertes Abtragungsgebiet rekonstruieren. Das Abtragungsareal wechselt von der reinen Lößlandschaft zu einem Gebiet, in dem Lößderivate mit tertiären Komponenten durchmengt sind. Im Hangenden des spätbronzezeitlichen kolluvialen Komplexes tritt in Profil 7038-210 ein weiteres 1,2m mächtiges Kolluvium (7038-210/3 bis 7038-210/1) auf, das granulometrisch den Hangkolluvien des Profils 7038-207 gleichzustellen ist. Im basalen Abschnitt zeigt das von Holzkohleflittern durchsetzte Kolluvium schwache Hydromorphierungsmerkmale. Pedologisch ist es nicht weiter zu differenzieren.

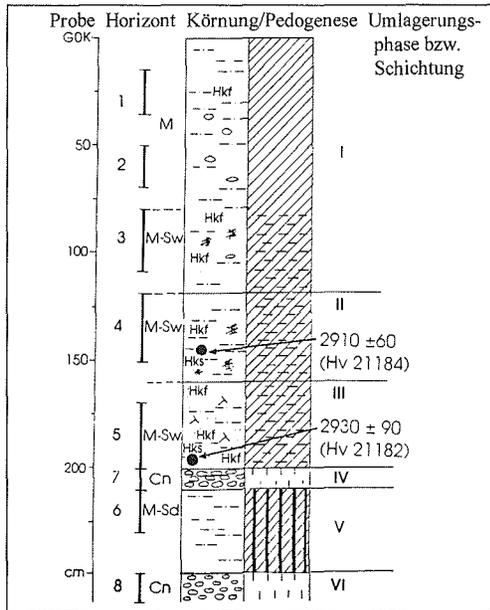


Abb. 57: Profil 7038-210 (Seedorf 10).

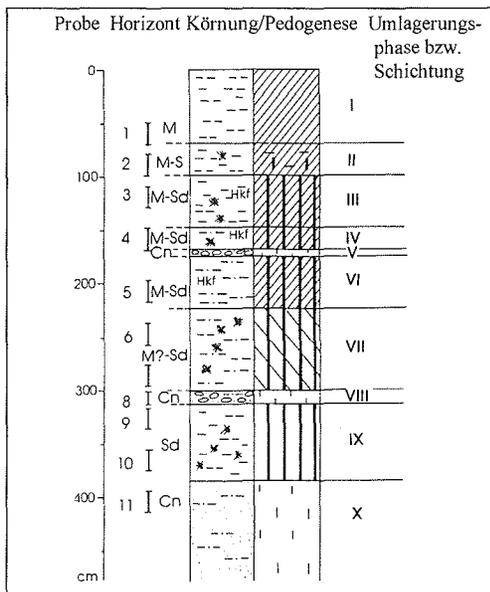


Abb. 58: Profil 7038-211 (Seedorf 11).

170 5 Ergebnisse

Die Untersuchung der pedogenen Oxide des Profils 7038-210 (Abb. 59, Abb. 60, Abb. 61) unterstützt die Schichtansprache nachdrücklich, auf pedogene Translokationsprozesse finden sich jedoch keine Hinweise.

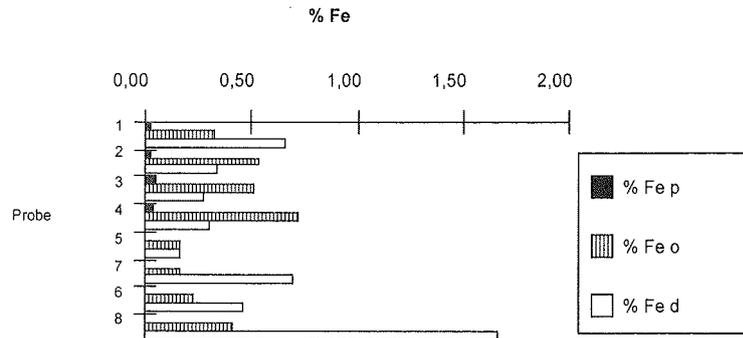


Abb. 59: Profil 7038-210 (Seedorf 10): Pedogene Oxide - Anteile der unterschiedlich gebundenen Fraktionen.

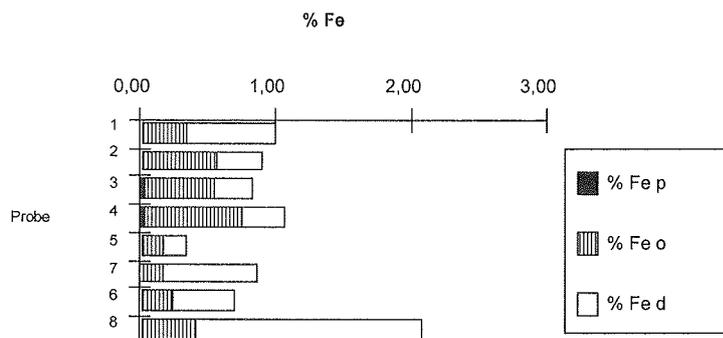


Abb. 60: Profil 7038-210 (Seedorf 10): Tiefenverlauf des pedogenen Eisens.

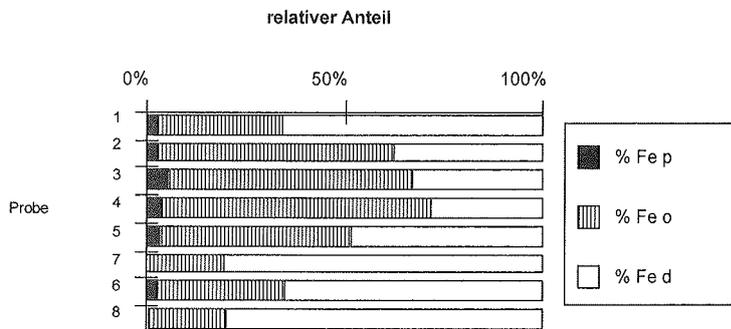


Abb. 61: Profil 7038-210 (Seedorf 10): Relativer Anteil der unterschiedlich gebundenen Fraktionen des pedogenen Eisens.

Die Gehalte an pyrophosphatlöslichem Eisen schwanken lediglich zwischen 0,00 und 0,04% und spielen innerhalb der Fraktionen des pedogenen Eisens keine Rolle (vgl. Abb. 61), was bei Gehalten an organischer Substanz von weniger als 1% leicht erklärbar ist. Zwischen 0,17 und 0,72% bewegen sich die Feo-Anteile

(Abb. 59). Die höchsten Werte amorpher Eisenoxide (wahrscheinlich Ferrihydrit) können dabei im IIM-Sw-Horizont (7038-210/4) mit 0,72% Feo beobachtet werden.

In den M-Sw-Horizonten (7038-210/6 bis 7038-210/4) sind darüber hinaus die höchsten Feo/Fed-Quotienten (modifizierte Aktivitätsgrade der sequentiellen Extraktion) von > 1 festzustellen. Die sandigen Kieslagen (7038-210/8 und 7038-210/7) sind durch die höchsten Werte an Fed charakterisiert (0,70% in 7038-210/7 und 1,67% in 7038-210/8), was auf die Dominanz kristalliner Eisenoxide in den rötlichen Feldspatsanden zurückzuführen ist. Innerhalb der kolluvialen Sedimente reichen die Fed-Werte von 0,17% (7038-210/5) bis 0,66% (7038-210/1). Mit Ausnahme des VICn-Horizontes mit etwa 2,1% liegen die Gesamtgehalte des pedogenen Eisens regelhaft bei 1% und darunter (vgl. Abb. 60). Auf pedogenetische Differenzierungen im Sinne einer Tonverlagerung und, dadurch bedingt, einer Translokation des dithionitlöslichen Eisens kann in den kolluvialen Sedimenten nicht geschlossen werden. Dies entspricht gleichfalls den mikroskopischen und makroskopischen Befunden. Dagegen bestätigt der Tiefenverlauf der Gesamtgehalte des pedogenen Eisens die Schichtansprache im Gelände. Das jüngste Kolluvium (M) scheint dabei mit Hilfe der Feo- und Fed-Fractionen möglicherweise weiter differenzierbar. Liegen die Feo-Werte in Probe 7038-210/1 bei etwa 0,3%, so steigen sie in Probe 7038-210/2 auf 0,5%, während die Fed-Werte gegenläufig von knapp 0,7% auf etwas über 0,3% zurückgehen. Da pedogene Umwandlungsprozesse auszuschließen sind, spielen hier Substratunterschiede eine Rolle. Granulometrisch fallen in Probe 7038-210/1 höhere Feinschluffanteile (13,8%) auf, die auf den Einfluß tertiärer Schluße mit höheren Anteilen an kristallinen Eisenoxiden hinweisen.

Die Untersuchung der silikatischen Tonminerale der Fraktion $< 2\mu\text{m}$ bestätigt zumindest die Abgrenzung kolluvialer Sedimente von pleistozänen Lößlehm-Tertiär-Fließerden (vgl. Abb. 62, Abb. 63, Abb. 64). Während in den kolluvialen Straten das Tonmineralspektrum aus Smectit bzw. niedrig geladener Vermiculit, hochgeladener Vermiculit, Wechsellagerungsmineralen (Smectit/Vermiculit?), Illit und Kaolinit zusammengesetzt ist, tritt in den pleistozän umgelagerten Substraten eine stärkere 1,4nm-Komponente auf (Abb. 62). Die 1,4nm-Mineralen sind im Gegensatz zu den 1,4nm-Mineralen in den Kolluvien zu einem Teil lediglich auf 1,2nm kontrahierbar (Abb. 64), was möglicherweise auf eine unregelmäßige Wechsellagerung zwischen Chloriten und Smectiten bzw. Vermiculiten zurückführbar ist. In den Weitungspräparaten (Abb. 63) ist in der Fließerde eine klarere Quellung der 1,4nm-Komponenten auf 1,7nm zu erkennen. Der fast einheitliche Tonmineralbestand der kolluvialen Umlagerungshorizonte weist auch auf eine fehlende pedogenetische Transformation der Minerale hin. Sowohl die pedogenen Eisenoxide als auch, in abgeschwächter Form, die silikatischen Minerale der Tonfraktion unterstützen die Schichtansprache und die Trennung kolluvialer und pleistozäner Sedimente. Weiter bestätigen diese Parameter auch, daß in den Kolluvien keine pedogenetischen Transformations- und Translokationsprozesse auftreten.

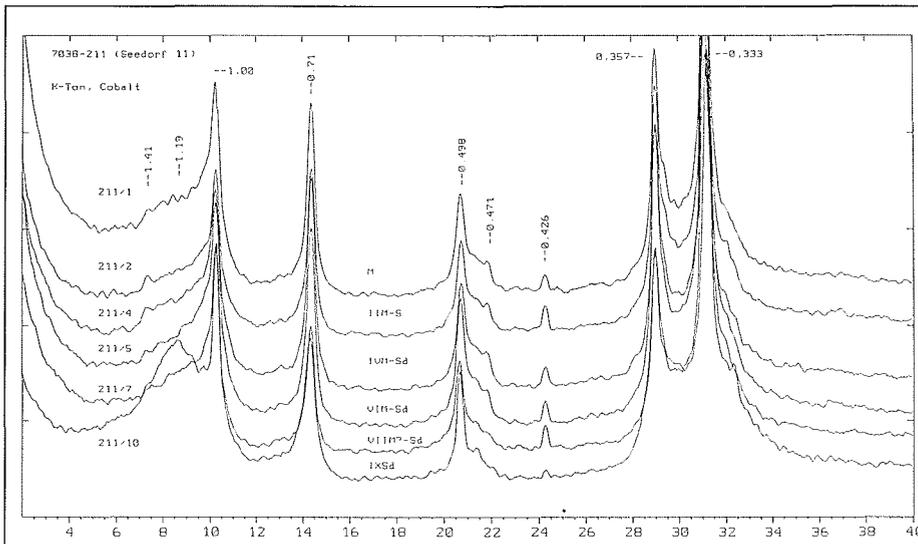


Abb. 62: Diffraktogramme des Profils 7038-211 (Seedorf 11): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion $< 2\mu\text{m}$).

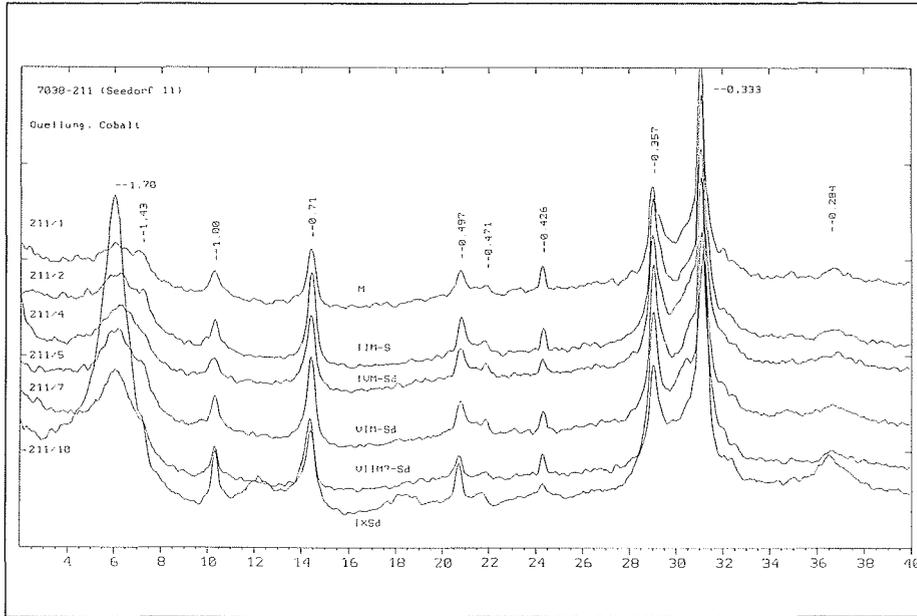


Abb. 63: Diffraktogramme des Profils 7038-211 (Seedorf 11); Quellungspräparate (Tonfraktion < 2µm).

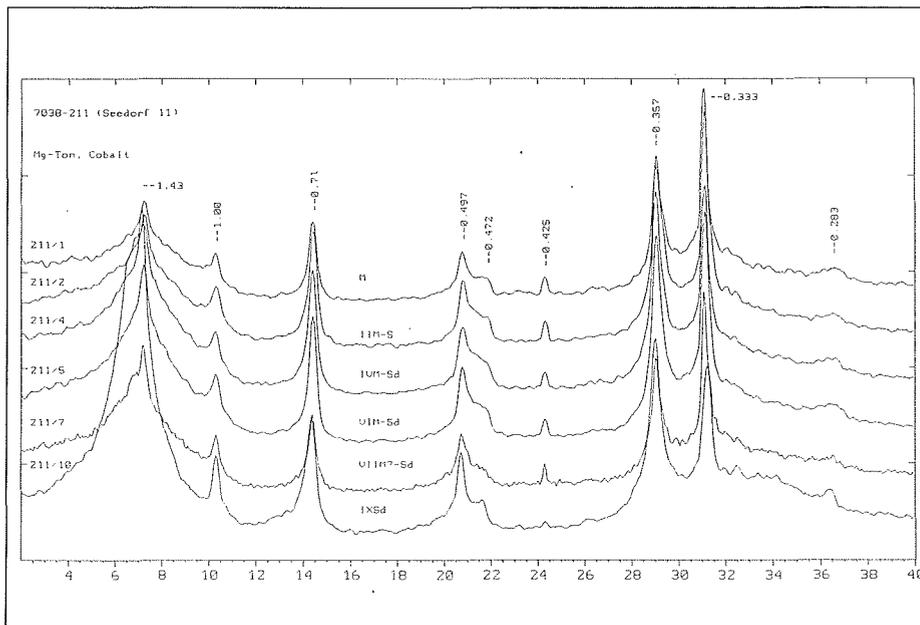


Abb. 64: Diffraktogramme des Profils 7038-211 (Seedorf 11); Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).

Kolluvien und Fließerden im Ostteil des Profilschnittes Seedorf

Dieser Hangbereich ist durch eine deutlich geringere Lößbeeinflussung gekennzeichnet. Geringmächtige Kolluvien mit maximal 0,7m Mächtigkeit (Profil 7038-214), die sehr stark durch tertiäre Anteile gekennzeichnet sind, überlagern tonig-lehmige bis schluffig-tonige Fließerdepakete, die ihrerseits wiederum, zum Teil kryoturpat durchmengte tertiäre Sedimente bedecken. In den Fließerden treten zudem Belege für ältere Bodenbildungen (7038-213/1, 7038-215/6, vgl. Kap. 9.1.3) auf, die jedoch zeitlich nicht näher eingehängt werden können.

Profil 7038-214 (Seedorf 14) (Abb. 65, vgl. Abb. 52) dokumentiert den typischen Profilaufbau am westexponierten Hang. Die Basis in 2,0 bis 2,3m Tiefe nehmen kryoturpat ungestörte, dunkel gräulich-gelbe (2,5Y 5/2), hydromorph modifizierte, tertiäre Sande ein. Die glimmerhaltigen Feldspatsande zeigen ein mittelsanddominiertes Spektrum (7038-214/7), typisches Zeichen der Kornverfeinerung dieser Sedimente in zunehmender Entfernung vom Herkunftsgebiet (Weinig 1984). Die Sande werden von drei Fließerden überdeckt. Die älteste, ebenfalls dunkel gräulich-gelbe Fließerde (7038-214/6) zeigt einen sehr starken Einfluß der Feldspatsande (der Mittelsandanteil am Feinboden liegt bei 30%). Die recht hohen Tongehalte (knapp 30%) bei fehlender Lößbeeinflussung (lediglich 6,4% Grobschluffanteil) belegen zudem die solifluidale bis kryoturpate Einmischung tertiärer Tone, wie sie auch im Aufschluß eindrucksvoll deutlich wurde. In der nächstjüngeren Fließerde (IVSd) treten die Anteile an Feldspatsanden gegenüber den Tonen (Tongehalte von ca. 40%) weiter zurück. Zudem ist dieses Sediment durch kiesige Skelettbestandteile eindeutig abgegrenzt. Das jüngste Solifluktuationsprodukt (IIISw-Sd) weist sich demgegenüber erneut durch höhere Sandanteile ab. Diese drei Fließerden sind problemlos voneinander abzugrenzen. Lößeinfluß ist nirgends nachzuweisen. Weiter hangaufwärts liegende Reste von carbonathaltigem Löß überdecken sämtliche Fließerden. Zeitlich muß es sich damit um Substrate handeln, die älter als die an diesem Hang recht gering ausgeprägte hochwürm- bis jungwürmzeitliche Lößakkumulation ist. Möglicherweise handelt es sich um altwürmzeitliche Fließerden. Aufgrund des fehlenden Lößanteils können diese pleistozänen Umlagerungsprodukte sämtlich als Basislagen im Sinne der Arbeitsgruppe Boden (1994: 363) angesprochen werden (vgl. Hofmann & Spies 1992).

Scharf und deutlich abgegrenzt von den pleistozän umgelagerten Sedimenten treten die sandig-lehmigen Kolluvien auf. In dieser Hangfußposition mit einer Neigung von < 1° liegen die kolluvialen Sedimente diskordant den älteren Fließerden auf. Reste einer holozänen Bodenbildung fehlen, müssen also vor Ablagerung der Kolluvien erodiert worden sein. Die Kolluvien sind sehr schwach bis schwach humos (0,4 bis 1,1% organische Substanz); sie weisen geringe Kiesanteile auf und führen Holzkohlefitter mit sich. Granulometrisch ist im Gegensatz zu den liegenden Fließerden ein geringer Lößeinfluß nachweisbar. Die Hangkolluvien verzahnen sich im Rinnenbereich mit den dortigen jüngeren Sedimenten. Obwohl keine exakten Altersangaben möglich sind, ist aus dieser stratigraphischen Position von jungen (mittelalterlich bis neuzeitlich) Umlagerungsprodukte auszugehen.

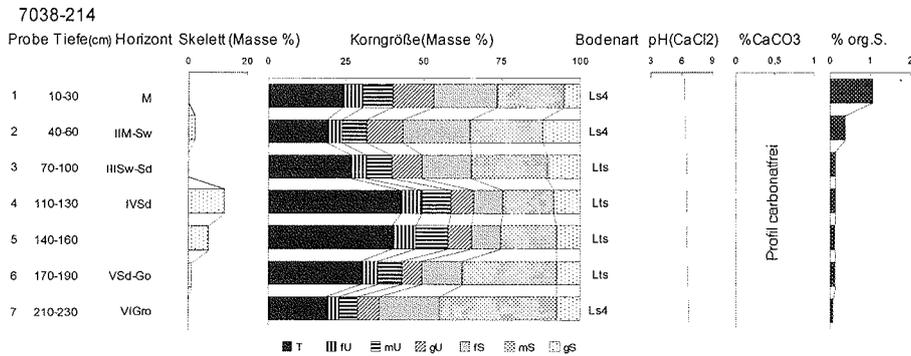


Abb. 65: Profil 7038-214 (Seedorf 14)²⁶¹: Laboranalytische Standardwerte.

²⁶¹ In den Proben 214/1, /3 und /7 treten Skelettgehalte von < 1Gew.-% auf. Sie sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

5.2.1.2 Reliefentwicklung bei Seedorf im Lößhügelland - Zusammenfassung und Diskussion

Bei Seedorf treten auf engstem Raum differenzierte Boden- und Reliefverhältnisse auf. Im Westteil dieses Schnittes kommt ein oberflächennah durch eine wahrscheinlich jungholozäne Rinnenfüllung überformter Paläobodenkomplex vor. Dieser polygenetische Boden (Bt*Sd-Rest eines Parabraunerde-Pseudogleys) erreicht in einer alten Dellenposition Mächtigkeiten von mehr als 1,5m und zeigt eindeutig präpedogenetische, solifluidale Kennzeichen. Da er randlich durch eine charakteristische altwürmzeitliche Fließerde überdeckt wird, wird dieser Boden mit dem 1. fBt-Horizont von **Strunk (1990)** im Profil Hagelstadt parallelisiert und in das Riß/Würm-Interglazial gestellt. Unterlagert wird er von carbonatreichen Rißlössen, die ihrerseits wiederum ältere, ebenfalls genetisch als Parabraunerde-Pseudogleye anzusprechende Bodenkomplexe fossilieren. An der Basis abgeschlossen werden die Profile durch Spülsedimente bzw. sandig-kiesige Umlagerungen, die stratigraphisch möglicherweise der Umlagerungsfolge bei **Strunk (1990: 91-92)** entsprechen.

Der nach Osten exponierte Hang ist im Hangfußbereich von carbonatfreien, lößbürtigen Kolluvien verhüllt. Diese Sedimente liegen am Akkumulationsstandort direkt dem Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde auf. Der Al-Horizont dieses Bodens wurde vor Ablagerung der Kolluvien bereits erodiert. Die Obergrenze des holozänen Bt-Horizontes zeichnet eine größere Neigung der pleistozänen Dellenform eindeutig nach. Im liegenden Würmlöß, der in einer Mächtigkeit von bis zu knapp 0,8m aufgeschlossen war, ist lediglich eine kräftige Verbraunung zu identifizieren. Sie ist mit dem (WI/WII) Braunen Verwitterungshorizont von **Brunnacker (1957a)**, dem Mittelwürm-Boden von **Buch & Zöller (1990)** bzw. dem Braunen Bodenkomplex von **Schellmann (1990)** in Verbindung zu bringen und als äquivalente Bildung des Lohner Bodens (**Schönhals et al. 1964**) in einen Zeitraum zwischen 30.000 und 28.000 BP (¹⁴C) zu stellen. Jungwürmbodenbildungen sind bei Seedorf nicht nachweisbar.

Am steileren westexponierten Hang war die würmzeitliche Lößakkumulation bedeutend *geringer*. Hier dominieren Fließerden, die wesentlich aus unterschiedlichen tertiären Sedimenten in kryoturbater und solifluidaler Durchmischung zusammengesetzt sind. Sie werden von jungen (mittelalterlichen bis neuzeitlichen) Kolluvien verhüllt, die geringmächtiger ausgebildet sind als die Löß-Kolluvien am ostexponierten Hang.

Von besonderem Interesse für die mittel- bis jungholozäne Abtragungs- und Akkumulationsgeschichte stellt sich die vertikale Abfolge der Sedimente im zentralen Tiefenbereich des Hangquerschnittes dar (Abb. 66).

In der Tiefenlinie folgen auf pleistozäne Fließerden mehrere Pakete kolluvialer Sedimente, die stellenweise durch Kieslagen als Beleg für erhöhte Umlagerungsvorgänge getrennt sind. Hinweise auf die holozäne Pedogenese fehlen in der Rinne vollkommen. Da die Rinnensedimente zu den Böden und Sedimenten an den Hängen diskordant lagern, muß von einer präkolluvialen Erosionsphase in der Rinne ausgegangen werden. Dieses Runsenstadium dürfte jedoch, bedingt durch die geringe Standfestigkeit der Hangsedimente, nur von sehr kurzer Dauer gewesen sein, bis dann phasenhaft Verfüllung einsetzte.

Nach der räumlich differenzierten Lößsedimentation, die auf den ostexponierten Hängen verstärkt auftrat, erfolgte an den Hängen die Bildung der holozänen Parabraunerde, während sich in der Tiefenlinie wahrscheinlich hydromorphe Böden entwickelten (Abb. 66: Phase 1). Vor ca. 3000 BP (¹⁴C) (oder etwas früher) kam es in der Tiefenlinie zur kurzfristigen Runsenbildung (Abb. 66: Phase 2). In der Folgezeit wurde diese Runse mit Material des Oberhangbereiches, aber auch mit Sedimenten der Seitenhänge phasenhaft verfüllt. Materialwechsel belegen zudem unterschiedliche Sedimenteinzugsgebiete (Abb. 66: Phase 3). Bis 1,2m unter der heutigen Geländeoberkante war die Rinne um 2910±60 BP (¹⁴C) bereits wieder verfüllt. In den letzten knapp 3000 Jahren ist *keine* tiefer durchgreifende Linearerosionsphase zu erkennen. Es kam lediglich zu wiederholten Phasen der Abtragung und Akkumulation (Abb. 66: Phase 4). In den

Abtragungsphasen wurden dabei die jeweiligen älteren Bodenbildungen wieder ausgeräumt, da keine Hinweise auf pedogenetische Veränderungen zu dokumentieren sind. Abtragung und Akkumulation liefen demnach an diesem Standort entweder \pm gleichzeitig bzw. in kurz hintereinander folgenden, sich ablösenden Phasen ab. Die Rinne ist als Ort mit Durchgangs-Akkumulationsbedingungen in den letzten 3000 Jahren definiert. Reliefveränderungen größeren Ausmaßes sind nach der Urnenfelderzeit nicht erfolgt. Über die zeitliche Einordnung der jüngeren, knapp 1,2m mächtigen Rinnensedimente können keine definitiven Aussagen gemacht werden. Es ist jedoch davon auszugehen, daß es sich um subrezente bis rezente Sedimente der Bodenerosion handelt.

Die Befunde bei Seedorf zeigen unzweifelhaft, daß in vorgeschichtlicher Zeit Runsenbildungen größeren Ausmaßes feststellbar sind. Zwar ist aus dem direkten Umfeld des Standortes keine spätbronzezeitliche Nutzung archäologisch dokumentiert, aber die Region um Regensburg gilt als eines der Hauptzentren der urnenfelderzeitlichen Besiedlung in Bayern (**Hennig 1993**)²⁶², so daß eine agrarische Nutzung in dieser Zeit auch bei Seedorf angenommen werden kann. Das Fehlen archäologischer Objekte in den älteren Rinnensedimenten ist meines Erachtens Beleg für ein reines Ackerkolluvium (vgl. **Semmel 1995**).

Auf eine verstärkte Ausräumungsphase am Übergang von der Bronze- zur Eisenzeit weisen auch **Lüning et al. (1971)** an der Fundstelle Kärlich im Mittelrheintal hin. **Brunnacker (1958a)** belegt urnenfelderzeitliche Kolluvien im niederbayerischen Dungau, die in Zusammenhang mit den intensiven Rodungstätigkeiten dieses Zeitabschnittes betrachtet werden. Kolluvien etwas jüngeren Alters beschreiben **Bakels & Modderman (1986)** aus dem Hienheimer Lößgebiet bei Kelheim²⁶³.

Die Grundzüge der holozänen Reliefentwicklung gehen auch bei Seedorf in Richtung einer langfristigen Verminderung der Reliefenergie unter den Bedingungen flächenhafter Umlagerungen, die kurzfristig von linearer Erosion unterbrochen werden. Ob sich aus dem Auftreten vorgeschichtlicher linearer Erosionsformen darüber hinaus Hinweise auf entsprechende witterungsklimatische Parameter ableiten lassen, wie von **Bork (u.a. 1989)** in historischer Zeit angenommen wird, wird in der zusammenfassenden Diskussion (Kap. 6) ausführlich erläutert.

²⁶² Vgl. auch Karte zur urnenfelderzeitlichen Besiedlung dieses Raumes bei **Damminger & Schauer (1997: 428)**.

²⁶³ Vgl. Kap. 2.2.1.2: Vorgeschichtliche Kolluvien in mitteleuropäischen Lößlandschaften. Dort finden sich weitere Belege für bronzezeitliche Umlagerungen in Mitteleuropa.

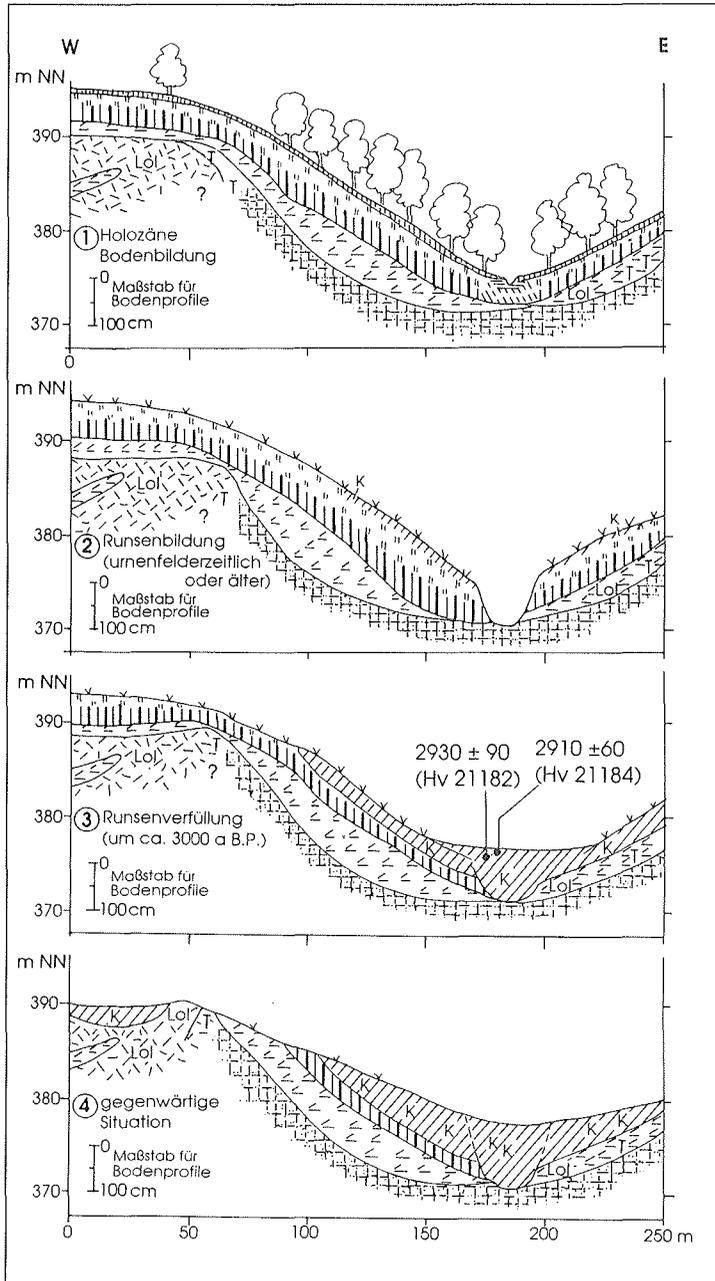


Abb. 66: Seedorf:
Holozäne
Reliefentwicklung.

5.2.2 Kolluvien und Böden am Übergang vom Lößhügelland zur Hochterrasse der Donau

Etwa 8km östlich von Seedorf konnte bei Eggfing²⁶⁴ (Abb. 67) ebenfalls im Zuge des Baus der Mitteleuropäischen Rohölleitung (MERO) ein ca. 600m langer Aufschluß aufgenommen werden. Ein etwa 500m langer Abschnitt des Profils führt an einem langgestreckten lößbedeckten, ostexponierten Hang von knapp 370m NN auf 350m NN aus dem Lößhügelland zur Hochterrasse der Donau (Kap. 5.2.2.1). Das zweite Profilssegment zeigt die Situation auf der Terrasse in 347m NN (Kap. 5.2.2.2). Im Gegensatz zur kleinräumig differenzierten Reliefentwicklung bei Seedorf kann hier sowohl im Hügelland als auch auf der Donau-Hochterrasse eine recht einförmige holozäne Reliefentwicklung dargestellt werden, die im Lößhügelland im Zuge der flächenhaften Abtragung und Akkumulation zu einer spürbaren Abnahme der Reliefenergie und zu einer gleichförmigen Umgestaltung der Böden geführt hat. Die zeitliche Einordnung der Umlagerungsprozesse erweist sich aufgrund nur weniger Absolutdatierungen als äußerst schwierig, allerdings kann auf eine beträchtliche Veränderung der Landschaft bereits in vorgeschichtlicher Zeit geschlossen werden. Von besonderem Interesse sind die in Hangfußlagen kolluvial überdeckten früh- bis mittelholozänen Böden, da sich in ihnen eine „Schwarzerdevergangenheit“ ablesen läßt.

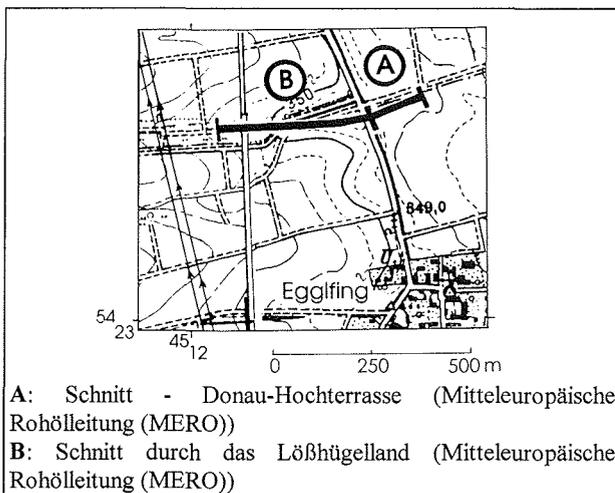


Abb. 67: Standort Eggfing - Übersicht.

5.2.2.1 Kolluvien und Böden im Lößhügelland bei Eggfing

Durch flächenhafte Bodenerosion wurden die Bodenformen in einheitlicher Art und Weise reliefabhängig modifiziert. Erosionsstandorten im Oberhangbereich, in denen (Kulto)-Pararendzinen aus Löß vorliegen oder der Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde den rezenten Ackerhorizont bildet, stehen im Hangfußbereich bis zu 1,5m mächtige, skelettfreie Kolluvien aus Löß bzw. Lößlehm gegenüber (Abb. 68). Die Kolluvien sind durchgängig hydromorph beeinflusst; sie enthalten Holzkohlen und teilweise abgerollte Keramikbruchstücke, die allerdings nicht genau datiert werden konnten. Über mehrere hundert Meter sind die Kolluvien hangaufwärts zu verfolgen, wo sie kontinuierlich an Mächtigkeit abnehmen. Im Liegenden der Kolluvien sind regelhaft Reste fossiler Böden zu fassen. Bei diesen Böden handelt es sich um

²⁶⁴ Standort 3 (Abb. 5).

Schwarzerde-Parabraunerden, die durch schwach humose Ah-Bt-Horizonte gekennzeichnet sind. Diese Horizonte erreichen Mächtigkeiten von 0,3 bis 0,4m und sind besonders in Hangfußlagen gut zu identifizieren. Degradiertere Schwarzerden werden im Untersuchungsgebiet u.a. von **Brunnacker (1954)**, **Schmidt (1992)**, **Schellmann & Radtke (1993)** und **Hilgart (1996)** beschrieben. Sie sind lediglich in Mittelhang- bis Hangfußlagen fossil erhalten, was mit der von **Sabel (1982)** geschilderten grundwassergesteuerten Ca-Metabolik in Zusammenhang gebracht wird. In Oberhangbereichen zeigen die noch nicht abgetragenen Bt-Horizonte der holozänen Parabraunerden im Gegensatz dazu *keine* Hinweise auf das Durchlaufen einer Schwarzerdestufe im Früh- bis Mittelholozän. Drei Referenzprofile aus den jeweiligen Hangschnitten werden anschließend die Relief- und Bodenentwicklung an diesem ostexponierten Hang im Lößhügelland veranschaulichen.

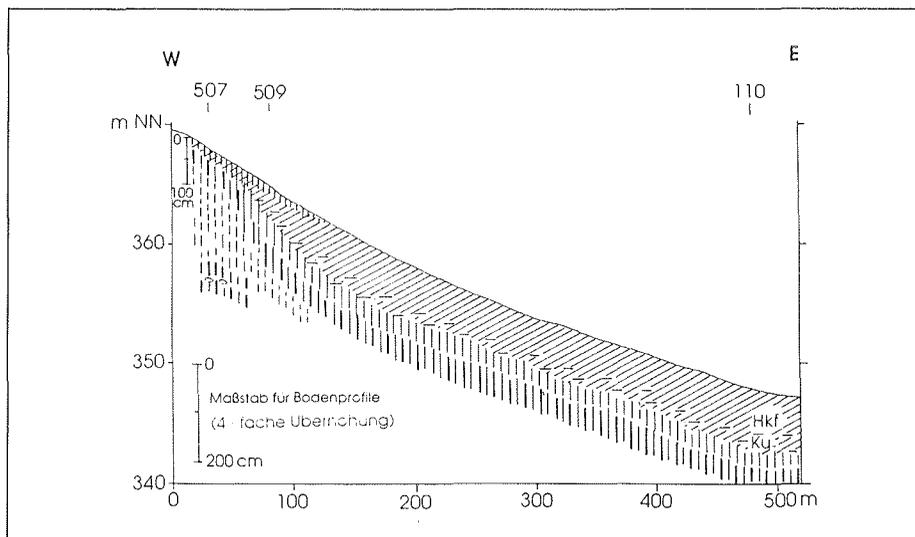


Abb. 68: Egglfing: Profilschnitt durch das Lößhügelland.

Im unteren Oberhangbereich in 368m bei einer Neigung von ca. 4° befindet sich Profil 7038-507 (Egglfing 7) (vgl. Kap. 9.1.4.2, vgl. Abb. 68). Der knapp 3m mächtige Aufschluß zeigt im Liegenden einen fossilen, pseudovergleyten Tonanreicherungshorizont, wobei die Pedogenese über die durch eine Kieslage und die granulometrischen Kennwerte scharf abgegrenzten sedimentologischen Einheiten (II, III) hinweggreift. In seinem oberen Teil ist die fossile Bodenbildung durch den Hangendlöß sekundär aufgekalckt. Über dieser R/W-Interglazialbodenbildung aus Lößlehmfließerdematerial (vgl. Kap. 5.2.1), die in einer Tiefe von 2,25m einsetzt, befindet sich ein ca. 1,5m mächtiges Würmlößpaket. Die Tongehalte im Würmlöß belaufen sich hier auf 18 bis 21%, die Carbonatanteile schwanken zwischen 23 und 30%. Auf eine Ausgliederung fossiler B-Horizonte im Würmlöß muß weitestgehend verzichtet werden. Der Löß ist gekennzeichnet durch seine Grobschluffdominanz (ca. 40%) und durch lokale Konzentrationen an Mollusken und Lößkindeln. Darüber hinaus treten an Wurzelbahnen verstärkt Manganausfällungen auf. Hinweise auf eine interstadiale Bodenbildung finden sich lediglich in 2,15 bis 2,25m Tiefe. Dort steigen die Tongehalte auf immerhin knapp 25% an, so daß eindeutig eine Verlehmung zu belegen ist. Allerdings tritt im Liegenden dieser pedogenetischen Einheit kein älterer Löß auf, sondern unmittelbar diskordant der liegende R/W-Interglazialboden. Damit ist eine stratigraphische Einordnung der Bodenbildung nicht zweifelsfrei möglich. Der Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde reicht bis in eine Tiefe von 0,6m. Der leuchtend braune (7,5YR 5/6), nur unwesentlich hydromorph überprägte Horizont weist Tongehalte von 33 bis 36% auf. Seine hohen pH(CaCl₂)-Werte von ca. 7 sind bereits auf die intensive Düngung des Agrarlandes zurückzuführen. Im Bt-Horizont ist zugleich der schwach humose, dunkelbraune

(7,5YR 5/6) bis braune (7,5YR 4/4) Ap-Horizont entwickelt. Der Al-Horizont der rezenten Parabraunerde ist infolge der ackerbaulichen Nutzung vollständig abgetragen. Auf die ehemals stärkere Zergliederung dieses Hanges durch pleistozäne Dellen weist das wenige Meter südlich gelegene Profil 7038-508 (Egglfing 8) (vgl. Kap. 9.1.4.2). Unter einer 0,2m mächtigen Aufschüttung haben hier 1,2m mächtige Kolluvien den Rest der holozänen Bodenentwicklung (0,3m Bt-Material, in dem ehemals der Ap-Horizont entwickelt war) verschüttet und damit zu einer Reliefglättung beigetragen.

Profil 7038-509 (Egglfing 9) (Abb. 69, vgl. Abb. 68) befindet sich 50m hangabwärts des Profils 7038-507 in einer Höhe von 365m NN bei 3° Neigung ebenfalls in ostexponierter Lage. In diesem Mittelhangabschnitt treten bereits 0,8m mächtige, schwach hydromorph geprägte Kolluvien über einer begrabenen Bodenbildung in Erscheinung.

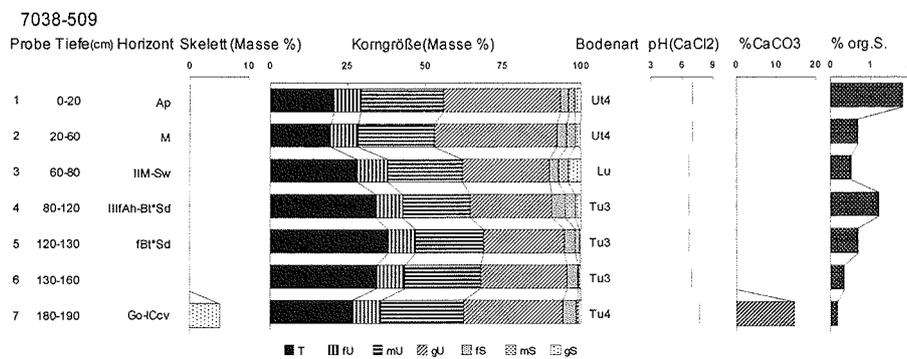


Abb. 69: Profil 7038-509 (Egglfing 9)²⁶⁵: Laboranalytische Standardwerte.

Ab einer Tiefe von 1,8m kommt der carbonathaltige Würmlöß vor, der im oberen Teil bereits stark verlehmt ist und lediglich durch Carbonatgehalte von knapp 15% gekennzeichnet ist (7038-509/7). Er ist stark hydromorph überprägt (hangzügliches Grundwasser in 2,0m Tiefe) und solifluidal verlagert (Kiesband in 2,0m Tiefe). Aus dem Löß hat sich ein knapp 0,8m mächtiger, sekundär hydromorph überprägter Bt-Horizont entwickelt. In seinem liegenden Abschnitt zwischen 1,2 und 1,8m ist der schluffig-tonige Tonanreicherungs-horizont sehr schwach humos ausgebildet (7038-509/6 und 7038-509/5), während am Top dieser begrabenen Bodenbildung die Humusgehalte auf immerhin 1,2% (7038-509/4) ansteigen. Dieser bräunlich-schwarze (10YR 3/2) Horizont weist *nicht* auf einen alten Ackerhorizont hin, sondern ist meines Erachtens ein Beleg für Reste degradierter altholozäner Schwarzerden im Hang- bis Hangfußbereich, da dunkle Tonbeläge und schwarze Tonauskleidungen von Grobporen im Ah-Bt-Horizont auftreten (vgl. **Thiemeyer 1989a**, **Schellmann 1990**).

Schellmann & Radtke (1993: 104) beschreiben aus einem Dellentälchen bei Regensburg-Harting unter einer ca. 0,5m mächtigen kolluvialen Verfüllung eine „Schwarzerde-Parabraunerde des Altholozäns“²⁶⁶. **Schellmann (1990: 67)** geht davon aus, daß die ältestholozäne Schwarzerde-Bodenbildung im Regensburger Raum in der Zeit zwischen mittlerem Atlantikum und ausgehenden Subboreal einer intensiven Lessivierungsdynamik unterlag, die durch verstärkte Bodenerosion ab der Urnenfelderzeit beendet wurde.

Es zeigt sich, daß unter bestimmten Bedingungen, die in Zusammenhang mit der Reliefposition und den hydromorphen Bedingungen zu sehen sind, auch im Regensburger Raum unter kolluvialer Bedeckung degradierte Schwarzerden bzw. Parabraunerden mit Schwarzerdeentwicklungsstadium vorzufinden sind. Mit **Sabel (1982)** gehe ich davon aus, daß die Degradation der Schwarzerden dort gehemmt war, wo hydromorphe Bedingungen die Kalkabfuhr verhinderten. Fußend auf den eigenen Untersuchungen ist jedoch die Bildung von Parabraunerden *ohne* Schwarzerdevergangenheit der Regelfall. Parabraunerden mit Schwarzerdevergangenheit und degradierte Schwarzerden stellen lediglich reliefbedingte Sonderfälle dar. Im Hangenden der begrabenen Parabraunerde-Schwarzerde tritt ein zweigliedriges Kolluvium auf. Das ältere Bodensediment (7038-509/3),

²⁶⁵ In den Proben 509/1, /2, /3, /5 und /6 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

²⁶⁶ **Schellmann (1990: 67)** beruft sich bei der altersmäßigen Einstufung dieser Böden auf **Rohdenburg & Meyer (1968)**.

lediglich 0,2m mächtig, ist ein brauner (10YR 4/4) schluffiger Lehm, der sich vom jüngeren, 0,6m starken Kolluvium (7038-509/2 und 7038-509/1) durch höhere Sandgehalte abgrenzt. Auf das Alter der kolluvialen Überdeckung gibt es jedoch an dieser Stelle keine Hinweise, da datierende archäologische Befunde und Absolutdatierungen fehlen. **Schellmann (1990: 68)** beobachtet in vorgeschichtlichen Kolluvien bei Regensburg-Harting in Dellenpositionen eine pedogene Überprägung und die Ausbildung eines 35cm mächtigen Humushorizontes. In den jüngeren (mittelalterlich bis neuzeitlich) Kolluvien läuft **Schellmann (1990)** zufolge die Bodenentwicklung in Richtung einer kolluvialen Braunerde ab. Meines Erachtens lassen sich solche pedogenetischen Veränderungen in den jüngeren Hangkolluvien bei Eggfing nicht nachweisen. In situ-bodenbildend im engeren Sinne erscheinen lediglich die hydromorphen Überprägungen.

Knapp 400m östlich des Profils 7038-509 befindet sich in Unterhang- bis Hangfußlage, kurz vor dem Übergang auf die Donau-Hochterrasse, Profil 7039-110 (Eggfing 10) (Abb. 70, Abb. 71, vgl. Abb. 68, vgl. Foto 4).

Am Grund des Aufschlusses tritt ab einer Tiefe von 1,7m erneut der reliefbedingt stark pseudovergleyte Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde auf (7039-110/7), wobei im Liegenden dieses Horizontes lediglich weitere Fließerden auftreten, die in einer Tiefe von 2,5m durch eine Kieslage voneinander getrennt sind. Carbonathaltiger Löß fehlt. Auch hier geht der IIIfBt-Sd-Horizont nach oben in einen schwach humosen schluffig-lehmigen IIIfAh-Bvt*Sd-Horizont (7039-110/6) über, der analog dem IIIfAh-Bt*Sd-Horizont in Profil 7038-509 durch Toncutane und Tonausfüllungen in den Grobporen gekennzeichnet ist, weshalb von einer degradierten Schwarzerde auszugehen ist. Die hier ehemals anscheinend nur geringmächtig sedimentierten carbonatreichen Löss sind vollständig decarbonatisiert und der Bodenbildung im Sinne einer Tonverlagerung unterzogen. Die fossile, stark pseudovergleyte Schwarzerde-Parabraunerde wird von einem insgesamt 1,4m mächtigen, eindeutig zweigliedrigen Kolluvium überlagert. Das ältere, hydromorph gekennzeichnete Bodensediment zeichnet sich dabei, analog zu Profil 7038-509, durch recht hohe Sandgehalte zwischen 6 und 10% aus, wobei innerhalb der Sandfraktion eine gleichmäßige Kornverteilung erkennbar ist. In diesem älteren matt gelblich-braunen (10YR 5/4) Kolluvium treten ganz vereinzelt Kiese auf. Charakterisiert ist es jedoch im Vergleich zum jüngeren hangenden Umlagerungshorizont durch abgerollte, *ausschließlich* vorgeschichtliche Keramik. Obwohl die Datierung von Kolluvien allein aufgrund archäologischer Funde äußerst problematisch ist (vgl. Kap. 2.2.1.1), sollte das Fehlen jüngerer Keramik doch die Einstufung dieses Kolluviums als vorgeschichtlich im weitesten Sinne erlauben. Auch die bodenkundlichen Befunde im Liegenden können diese Hypothese meiner Ansicht nach stützen. Bei einer ausschließlich mittelalterlich bis neuzeitlichen kolluvialen Überdeckung der Schwarzerde-Parabraunerde ist von einem deutlich höheren Degradationsgrad der altholozänen Schwarzerde auszugehen. Andererseits weisen die mit 30 bis 35% recht hohen Tongehalte im fossilen Boden auf einen gewissen Zeitraum der Parabraunerdedynamik hin. Die Kombination der Befunde in den älteren Kolluvien und im liegenden Boden läßt meines Erachtens ein bronze- bis römzeitliches Kolluvium vermuten. Allerdings können archäologische Befunde zur Besiedlungsgeschichte des engeren Umfeldes diese Annahme bis dato nicht stützen.

Überlagert wird das vorgeschichtliche Kolluvium durch ein mittelalterlich-neuzeitliches Bodensediment (7039-110/3 bis 7039/110/1). In diesem Kolluvium treten keine keramischen Bestandteile auf. Lediglich Holzkohleflitter sind unregelmäßig über das Profil verstreut. Das jüngere Kolluvium ist eindeutig stärker lößbeeinflusst als das ältere. Die Sandgehalte betragen weniger als 3,5%. Grobschluffdominanz (41 bis 43%) herrscht vor. Die Korngrößenverteilung ist identisch mit jener der Löss aus Profil 7038-507, allerdings ist das Sediment trotz sehr hoher pH(CaCl₂)-Werte von ca. 7 und knapp darüber carbonatfrei. Es ist davon auszugehen, daß es sich um ein kolluviales Sediment aus umgelagerten Löß handelt²⁶⁷. Nicht eindeutig zu klären ist, ob die Entcarbonatisierung am Erosions- oder am Akkumulationsstandort erfolgt ist (s.u.). Weitere pedogenetische Umbildungen im Sinne einer Verlehmung können in situ ausgeschlossen werden. Eindeutig ist eine gradierte Schichtung zu erkennen. Hellere, etwas sandigere Bändchen gliedern das junge Kolluvium vertikal. Skelettkomponenten fehlen völlig.

²⁶⁷ Mit einigen wenigen Bt-Bestandteilen, die als tonige Aggregate in diesem Sediment auftreten.

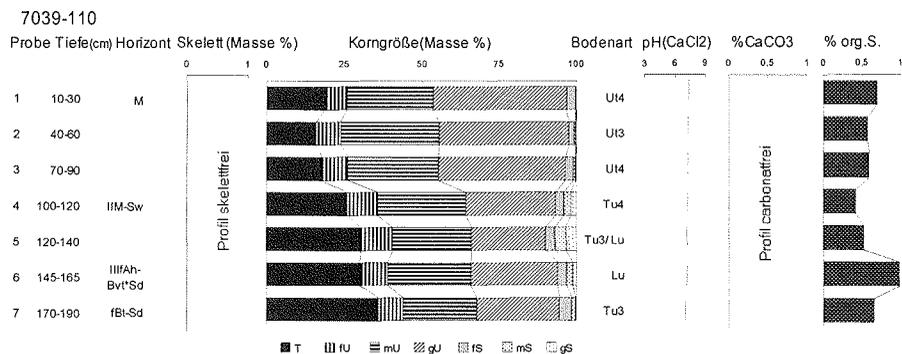


Abb. 70: Profil 7039-110 (Eggfing 10)²⁶⁸: Laboranalytische Standardwerte.

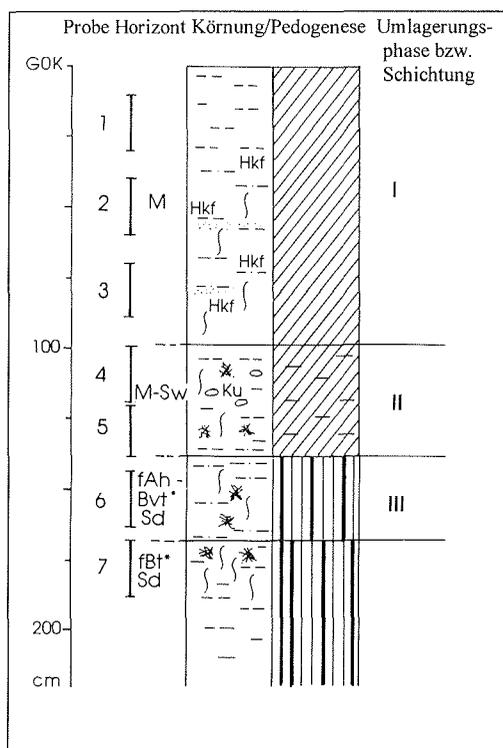


Abb. 71: Profil 7039-110 (Eggfing 10).

²⁶⁸ In Probe 110/5 treten Skelettgehalte von < 1Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

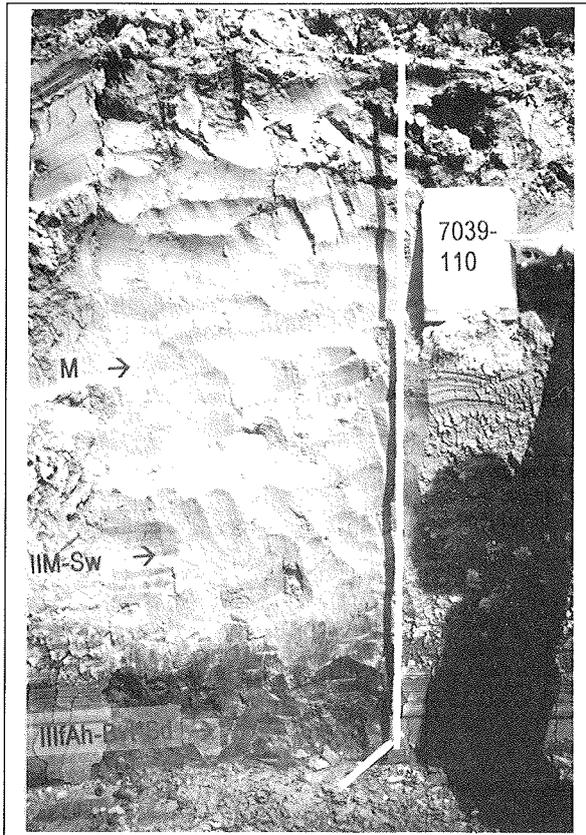


Foto 4: Kolluvien über einer Schwarzerde-Parabraunerde im Hangfußbereich bei Eggfing (Profil 7039-110) (vgl. Abb. 68, Abb. 71) (Aufnahme: T. Nuber).

Die tonmineralogischen Untersuchungen der Sedimente (Abb. 72, Abb. 73, Abb. 74) belegen eine fast durchgängig einheitliche Zusammensetzung der Tonmineralgarnitur der kolluvialen Straten. Im jüngsten Kolluvium (M) besteht das Tonmineralspektrum fast ausschließlich aus (hoch geladenem) Vermiculit, Illit und Kaolinit. Quellfähige 1,4nm-Mineraie treten nur untergeordnet auf (Abb. 73). Hinweise auf stärkere Kontraktionsbehinderungen fehlen, so daß Chlorite in diesen Horizonten ausgeschlossen werden können (Abb. 74). Die Asymmetrie des 1,0nm-Reflexes nach der Kaliumbehandlung ist mit **Veerhoff (1992)** auf das Vorkommen von Smectiten zurückzuführen, die schichtladungsabhängige Kontraktionsbehinderungen zeigen. Das als vorgeschichtlich angesprochene Kolluvium ist davon kaum zu trennen. Lediglich im basalen Teil (7039-110/5) treten Hinweise auf (höchstwahrscheinlich) primäre Chlorite auf (Abb. 74). Die fossilisierte Schwarzerde-Parabraunerde (7038-110/6 und 7038-110/7) setzt sich eindeutig durch höhere Anteile an quellfähigen 1,4nm-Mineralen ab (Abb. 73), die an dieser Stelle die sedimentologische Schichtansprache stützen.

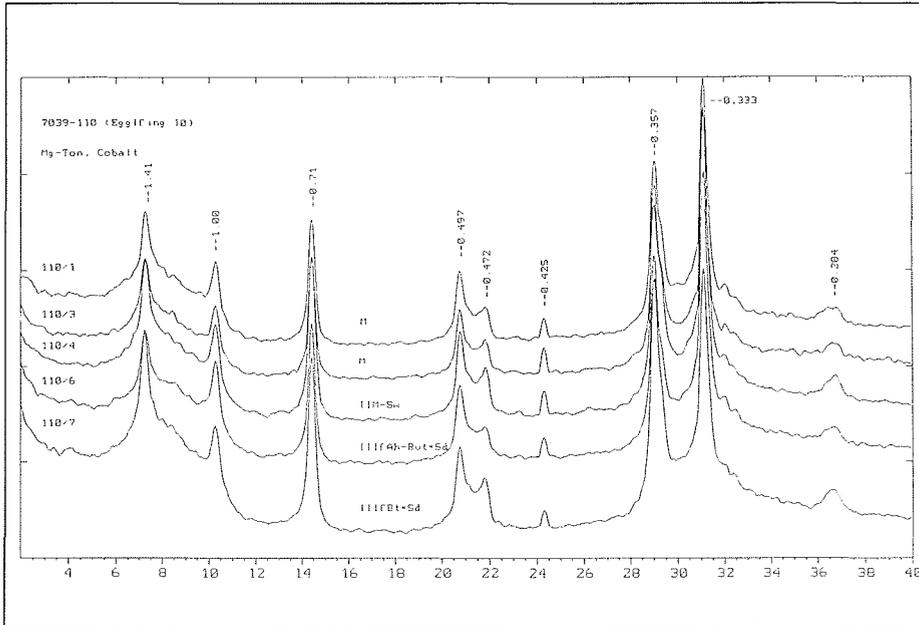


Abb. 72: Diffraktogramme des Profils 7039-110 (Egglfing 10): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion <math>< 2\mu\text{m}</math>).

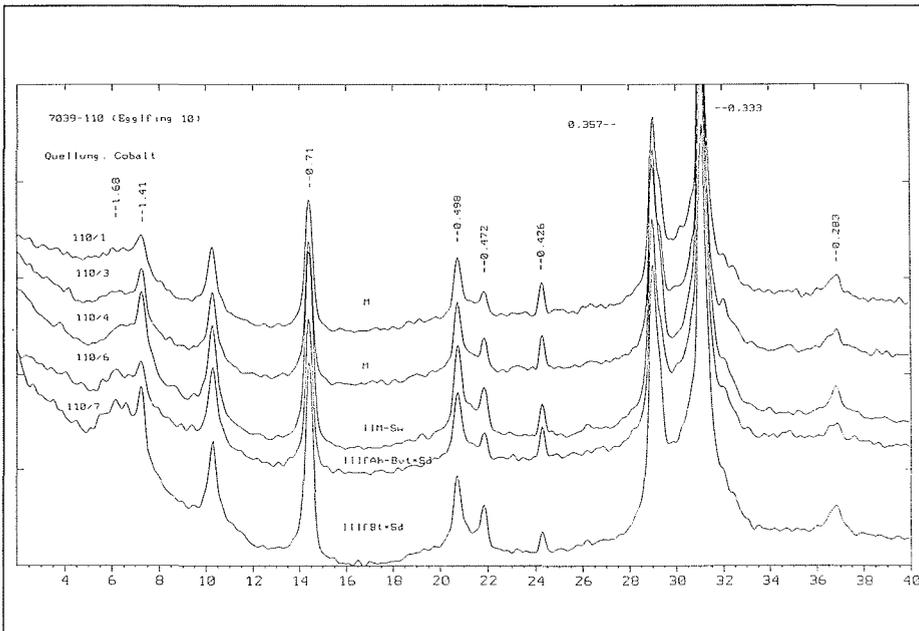


Abb. 73: Diffraktogramme des Profils 7039-110 (Egglfing 10): Quellungspräparate (Tonfraktion <math>< 2\mu\text{m}</math>).

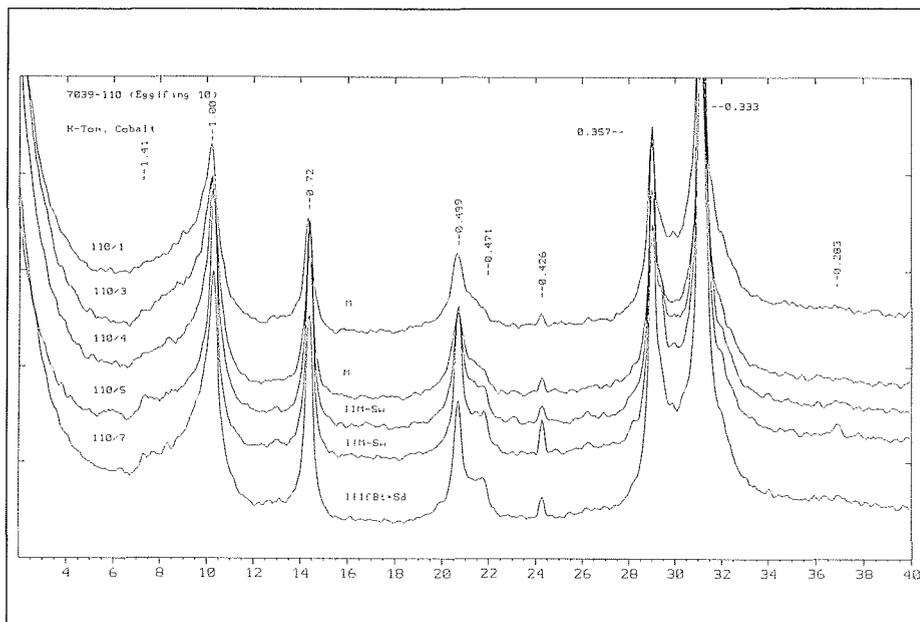


Abb. 74: Diffraktogramme des Profils 7039-110 (Egglfing 10): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion <math>< 2\mu\text{m}</math>).

Der Standort Egglfing mit seinen Hangkolluvien zeigt im ganzen eine recht einheitliche, „gemäßigte“ Reliefentwicklung. Im Unterhangbereich werden Schwarzerde-Parabraunerden des Alt- bis Mittelholozäns von maximal 0,5m mächtigen vorgeschichtlichen (wahrscheinlich bronze- bis römischerzeitlichen) Kolluvien fossilisiert, ohne daß es zu einer stärkeren erosiven Ausräumung der holozänen Böden in Form linearer Abtragung gekommen wäre. Dies unterscheidet die holozäne Reliefentwicklung bei Egglfing signifikant von vergleichbaren morphologischen Formen bei Seedorf und Geiselhöring. Die raum-zeitliche Asynchronität der holozänen Reliefentwicklung in Altsiedellandschaften wird hierin erneut deutlich.

5.2.2.2 Kolluvien auf der Donau-Hochterrasse bei Egglfing

Auf der Hochterrasse der Donau bei Egglfing (Abb. 75, Foto 5) sind die Umlagerungshorizonte, die den Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde überlagern, maximal 0,7m mächtig. Die carbonatfreien Kolluvien sind meist tonig-schluffig ausgebildet und im Feldbefund weiter zu differenzieren. Im Erosionsrest der holozänen Parabraunerde²⁶⁹ finden sich im Gegensatz zu den Befunden am Hang keine Hinweise auf ein ehemaliges Schwarzerdestadium. Die Anteile an organischer Substanz in den Bt-Horizonten betragen lediglich um 0,3 bis 0,5%. Mit Tongehalten von mehr als 40% sind die Parabraunerden der Hochterrasse zudem signifikant tonreicher als die in Kap. 5.2.2.1 besprochenen Schwarzerde-Parabraunerden in Hangposition. In den Bt-Horizont eingetieft finden sich flache (ca. 0,4m tief) und breite (ca. 20m) Rinnen, die aus vergleichbarem Material wie die jüngeren Hochterrassenkolluvien ge-

²⁶⁹ Im Schnitt sind noch 0,4m des Bt-Horizontes erhalten, während der Lessivierungshorizont vollständig fehlt.

bildet sind, von diesen jedoch diskordant überlagert werden. Die Spülsedimente sind hydro-morph überprägt und zeigen eine typisch gradierte Schichtung.

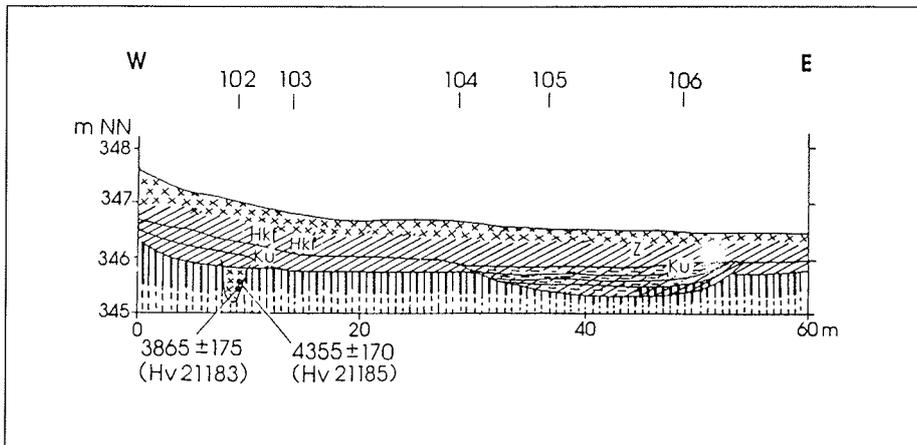


Abb. 75: Eggfing: Profilschnitt Donau-Hochterrasse.



Foto 5: Blick aus westlicher Richtung auf die Hochterrasse der Donau (vgl. Abb. 75) (Aufnahme: T. Nuber).

An einer Stelle (Profil 7038-102 (Eggfing 2)) kommt eine schnurkeramische Vorratsgrube²⁷⁰ vor. Holzkohledatierungen (Tab. 14) bestätigen ihr archäologisch festgestellte Alter. Eine genaue Datierung der kolluvialen Sedimente selbst ist nicht möglich, überwiegend handelt es sich aber um junge bis jüngste (neuzeitliche) Sedimente.

Im liegenden Würmlöß können darüber hinaus erneut innerwürmzeitliche Bodenbildungen festgestellt werden²⁷¹.

Probennummer	Labornummer	Datiertes Material	Tiefe (in cm)	$\delta^{13}\text{C}$ [‰]	Konventionelles ^{14}C -Alter (68% [1 sigma])	Kalibriertes Alter
7039-102/8	Hv 21185	Holzkohle	130	-26,0	4355±170	cal BC 3330-2705
7039-102/9	Hv 21183	Holzkohle	150	-25,5	3865±175	cal BC 2570-2040

Tab. 14: ^{14}C -Datierungen an Holzkohlen (Vorratsgrube - Hochterrasse bei Eggfing).

Profil 7039-101 (Eggfing 1) (Abb. 76, Abb. 77, vgl. Abb. 75) in 347m NN stellt ein Referenzprofil für die bodenkundliche Situation auf der Donau-Hochterrasse bei Eggfing dar.

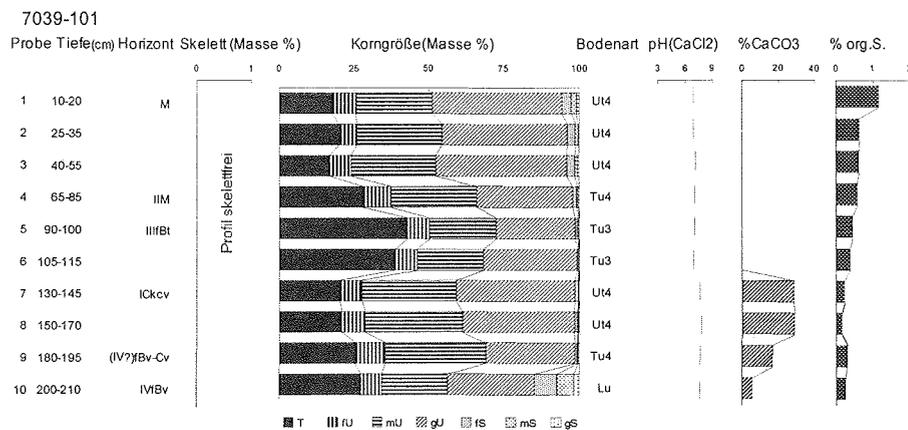


Abb. 76: Profil 7039-101 (Eggfing 1)²⁷². Laboranalytische Standardwerte.

Über einem carbonatreichen Löß zeichnet sich in einer Tiefe von 2,0m eine fossile Bodenbildung ab (7039-101/10). Der schluffige Lehm, dessen Tongehalte sich auf etwa 27% belaufen, ist mit knapp 6% aus dem Hangendlöß aufgekalkt. Dabei handelt es sich um die deutlichste Verbraunung im Würmlöß. Im Vergleich zu den hangenden Lössen zeichnet sich die pedogenetische Einheit durch eindeutig höhere Sandgehalte aus, ein Sachverhalt, der bereits am Standort Seedorf (Profil 7038-207) auffällig war. In Parallelisierung mit den Befunden des Standortes Seedorf und den Befunden von **Buch & Zöller (1990)** und **Strunk et al. (1996)** wird dieser gelblich-braune (10YR 5/8) Verwitterungshorizont als Mittelwürmboden angesprochen. Nach oben hin

²⁷⁰ In dieser Grube fand sich das Randstück eines Gefäßes, das von Dr. M. Rind (Kreisarchäologie Kelheim) in die Schnurkeramik (Endneolithikum) datiert werden konnte

²⁷¹ Nach den Bohrunterlagen der MERO folgen hier bis zu 4,2m Tiefe Löß, anschließend bis zu einer Tiefe von 5,4m Lößlehm und darunter folgend der Schotter der Donau-Hochterrasse.

²⁷² In den Proben 101/1, /2, /3, /8 und /9 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfasst. Ebenso sind die Carbonatgehalte in Probe 101/6 von < 1% graphisch nicht dargestellt.

geht er über eine weitere Verlehmung (7039-101/9) in den sehr carbonatreichen (bis zu knapp 30% Carbonatgehalt) tonig-schluffigen Jungwürmlöß über. Im Jungwürmlöß hat sich die holozäne Parabraunerde entwickelt, ohne daß es Hinweise auf eine Schwarzerdevergangenheit dieses Bodens gäbe. Der braune (7,5YR 4/6) III fBt-Horizont ist noch in einer Mächtigkeit von ca. 0,3m erhalten und damit erosiv nur schwach verkürzt (7039-101/5 und 7039-101/6). Mit über 40% Tongehalt ist er sehr tonreich, dennoch kaum hydromorph überprägt. Im Hangenden wird er diskordant durch ein zweigeteiltes Kolluvium überlagert. Das ältere Kolluvium (7039-101/4) ist, vergleichbar mit dem vorgeschichtlichen Kolluvium des Profils 7039-110; ein schluffiger Ton, in dem einzelne Tonüberzüge erkennbar sind. Eindeutig abzugrenzen davon ist das jüngere, meist etwas über 0,5m mächtige, gleichfalls carbonatfreie Kolluvium, das als toniger Schluff ausgebildet ist und in seiner granulometrischen Zusammensetzung mit den jüngeren Kolluvien in Profil 7039-110 identisch ist.

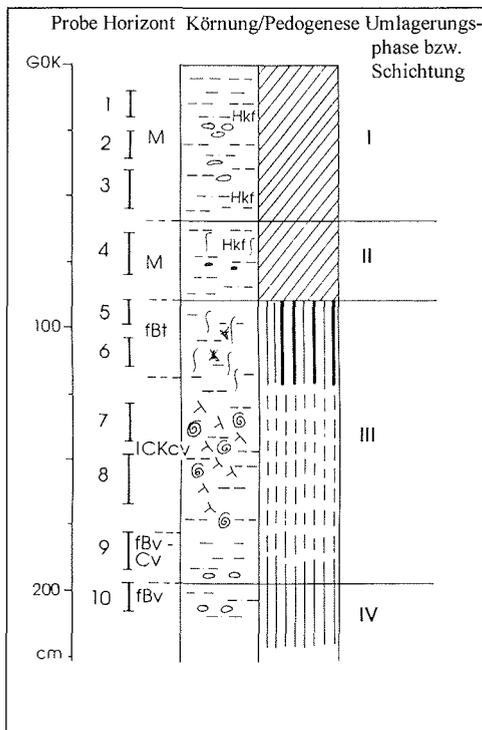


Abb. 77: Profil 7039-101 (Eggfing 1).

Tonmineralogisch lassen sich in Profil 7039-101 folgende Bestandteile der Fraktion $< 2\mu\text{m}$ nachweisen (vgl. Abb. 78, Abb. 79, Abb. 80): Das hangende Kolluvium (M) ist gekennzeichnet durch quellfähige 1,4nm-Mineralen, (hochgeladene) Vermiculite, Illite und Kaolinite. Im liegenden Kolluvium (IIM) tritt *keine* grundsätzliche Änderung des Tonmineralbestandes ein. Schwach ausgeprägte 1,4nm-Reflexe nach der Kaliumbehandlung weisen in beiden Substraten auf die untergeordnete Anwesenheit (primären) Chlorits hin (Abb. 80). Der kolluvial überdeckte Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde zeigt lediglich einen etwas höheren Anteil quellfähiger 1,4nm-Mineralen (Abb. 79). Ein Schichtwechsel läßt sich daraus jedoch keinesfalls ableiten. Entsprechende Differenzen sind auch im Rahmen der pedogenen Transformation der Tonminerale zu erwarten. Weiterhin nehmen im Jungwürmlöß die Anteile quellfähiger Tonminerale noch einmal deutlich zu. Kontraktionsbehinderungen nach der Kaliumbehandlung deuten auf Smectite unterschiedlicher Schichtladung bzw. unregelmäßige Wechsellagerungsminerale hin. Im fBv-Horizont des Mittelwürmlößbodens verstärkt sich die Tendenz nach unten hin zunehmender Anteile quellfähiger Tonminerale zusehends. Das Erscheinungsbild der Tonmineralgarnitur des Profils 7039-101 kann ohne Schwierigkeiten über pedogene Transformationsprozesse erklärt werden. Die Abgrenzung der Kolluvien von der holozänen Bodenbildung ist aufgrund ihrer tonmineralogischen Zusammensetzung allein nicht möglich. Dafür sind die Hinweise auf substratbedingte Unterschiede der Spektren zu gering.

188 5 Ergebnisse

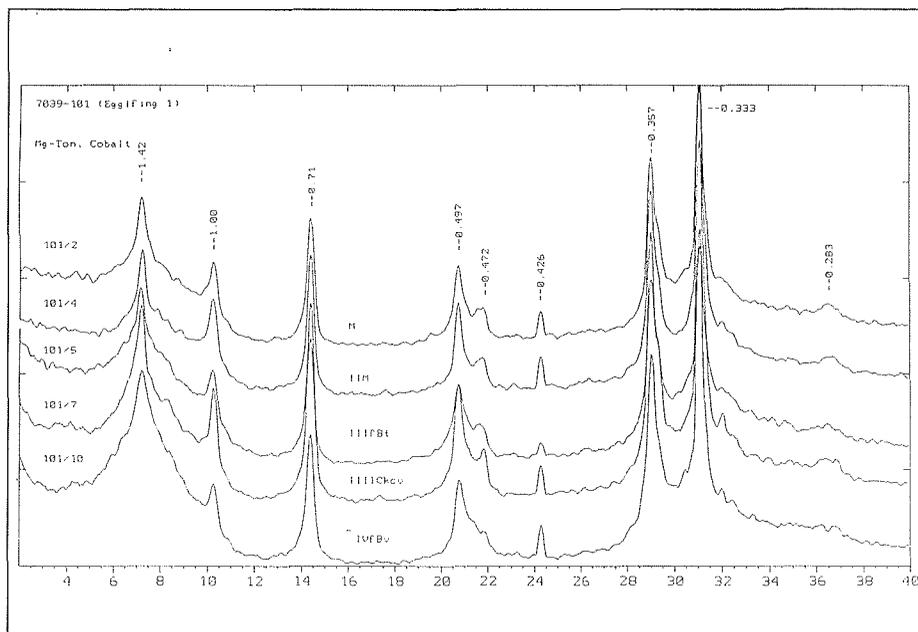


Abb. 78: Diffraktogramme des Profils 7039-101 (Eggfing 1): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion <math>< 2\mu\text{m}</math>).

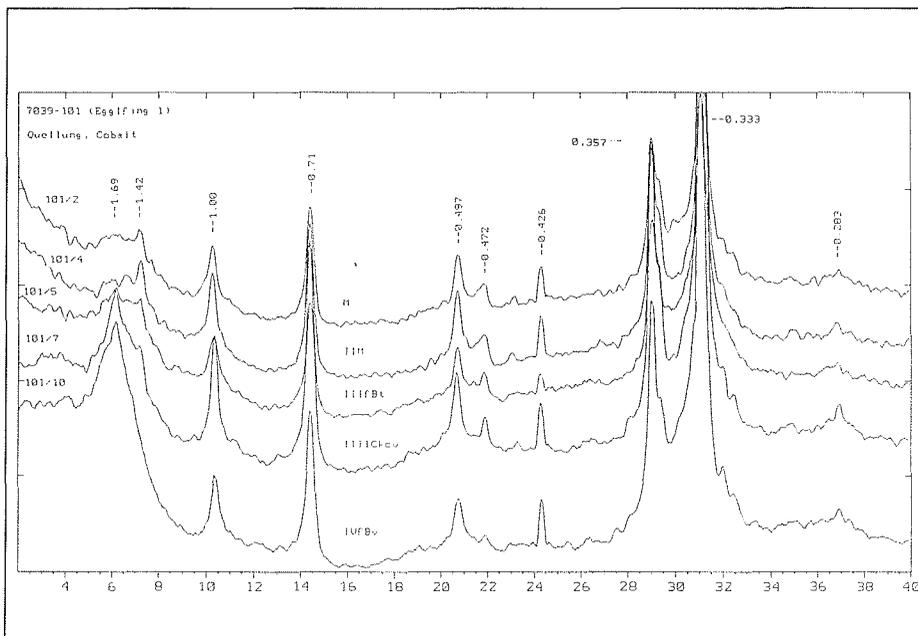


Abb. 79: Diffraktogramme des Profils 7039-101 (Eggfing 1): Quellungspräparate (Tonfraktion <math>< 2\mu\text{m}</math>).

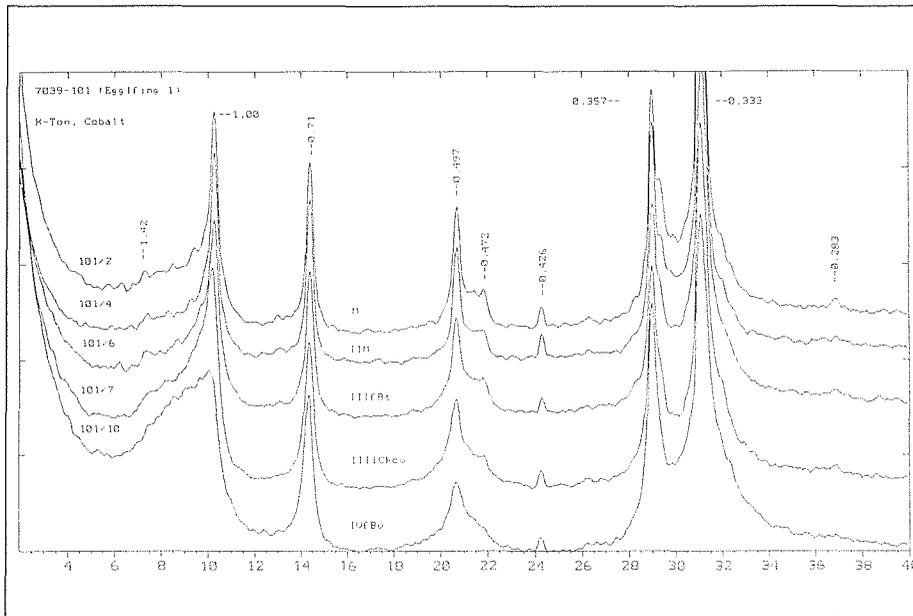


Abb. 80: Diffraktogramme des Profils 7039-101 (Egglfing 1): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2 μ m).

Der normale Profilaufbau auf der Hochterrasse bei Egglfing ist durch das regelhafte Fehlen der Al-Horizonte²⁷³ der holozänen Parabraunerden gekennzeichnet. An ihrer Stelle überdecken mehrgliedrige Kolluvien, v.a. am Übergang zum reliefierteren Lößhügelland den meist nur geringfügig verkürzten Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde. Über das Alter der kolluvialen Überdeckung kann bei Egglfing nur gemutmaßt werden. Das jüngere Kolluvium ist sicherlich subrezent bis rezenten Alters, während das ältere Kolluvium möglicherweise bereits in vorgeschichtlicher Zeit abgelagert wurde. An mehreren Stellen der Hochterrasse ist der „normale“ Aufbau der Böden in unterschiedlicher Art und Weise modifiziert (vgl. Abb. 75).

In Profil 7039-102 (Egglfing 2) (Abb. 81, vgl. Abb. 75) ist in den kolluvial überdeckten Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde eine Vorratsgrube aus der Schnurkeramik (Endneolithikum) eingebracht.

Zwei, statistisch betrachtet²⁷⁴, gerade noch gleichalte Holzkohleproben aus dieser Eintiefung (3865 \pm 175 BP (¹⁴C) und 4355 \pm 170 BP (¹⁴C)) bestätigen die archäologische Einordnung. Die schnurkeramische Vorratsgrube liegt in einer Tiefe von 1,3 bis 1,8m und führt durch den Bt-Horizont bis in den carbonathaltigen Löß. Der liegende Jungwürmlöß (7039-102/11 und 7039-102/11) ist schluffig-tonig, bei Carbonatgehalten um 25%, ausgeprägt. Im obersten Teil (7039-102/10) belaufen sich die Tongehalte bereits auf knapp 25%. Im Unterschied zur ansonsten sehr scharfen Abgrenzung zwischen Bt-Horizont und Jungwürmlöß auf der Hochterrasse ist hier die Pedogenese im Liegenden der Grubenverfüllung tiefer in den Jungwürmlöß eingedrungen. Das Grubenmaterial selbst besteht ausschließlich aus Bt-Material und ist etwas humoser (Gehalte an organischer Substanz bis knapp 1% in Probe 7039-102/9) und dunkler (7,5YR 3/3) als der originäre Bt. Im Gegensatz zu diesem befinden sich in der Verfüllung die tonigeren Bereiche mit 42% Tongehalt im Liegenden, was auf den primären Verfüllungsvorgang zurückzuführen ist. Die höheren Anteile an organischer Substanz in der Ver-

²⁷³ Bei der Abtragung der Al-Horizonte auf der Hochterrasse spielt sicherlich die Winderosion eine ebenso bedeutende Rolle wie die Bodenerosion durch Wasser.

²⁷⁴ Schriftliche Mitteilung (Geyh 1996).

190 5 Ergebnisse

füllung sind möglicherweise als Hinweis auf ein ehemals schwarzerdebürtiges Substrat zu deuten²⁷⁵. Entsprechende Beobachtungen tieferreichender pedogenetischer Prozesse in und unterhalb von Grubenverfüllungen beschreiben u.a. **Slager & van de Wetering (1977)**, **Sabel (1982)** und **Thiemeyer (1989a)**. Mit **Thiemeyer (1989a: 37)** ist davon auszugehen, daß die fortgeschrittene Pedogenese unterhalb der Grubensohle auf eine bessere Drainage der Verfüllungen zurückzuführen ist. Die noch sehr hohen Carbonatgehalte von nur wenig unter 25% stehen meines Erachtens in Zusammenhang mit lateralen Transportprozessen carbonathaltiger Wässer²⁷⁶, die zu einer sekundären Aufkalkung geführt haben. Überlagert wird die endneolithische Grubenverfüllung von einem nur lokal umgelagerten Bt-Material (IVM). Darüber folgen die beiden aus Profil 7039-101 bekannten Kolluvien, die hier eine identische Ausbildung haben. Am Top des Profils (7039-102/1) findet sich eine tonig-schluffige, von Gesteinsbruchstücken sehr schwach durchsetzte anthropogene Aufschüttung. **Schellmann (1990: 72)** nimmt den Zeitraum zwischen Bandkeramik (Altneolithikum) und Hallstattzeit (Ältere vorrömische Eisenzeit) als Hauptbildungsphase der Lößparabraunerden an. Die Befunde bei Eggfing zeigen meines Erachtens, daß bereits zur Zeit der Schnurkeramik (Endneolithikum) die hauptsächliche Tonverlagerung in Bt-Horizonten bereits abgeschlossen war.

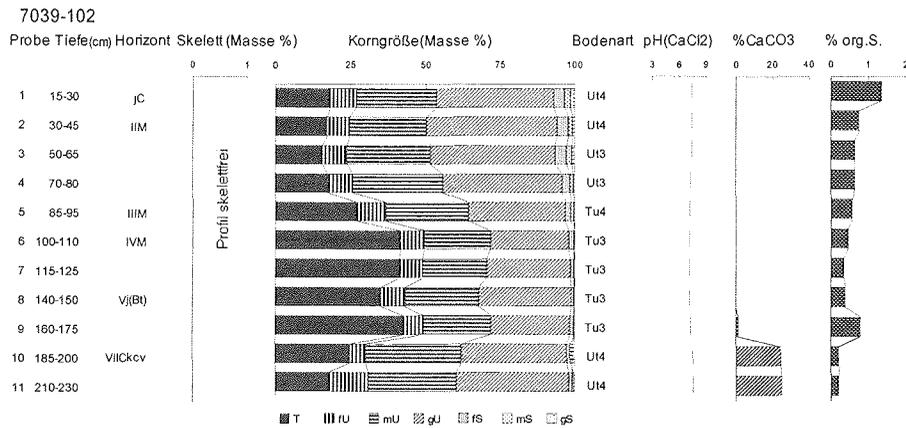


Abb. 81: Profil 7039-102 (Eggfing 2)²⁷⁷; Laboranalytische Standardwerte.

Etwa 30m östlich der schnurkeramischen Grubenverfüllung befindet sich auf 347m NN das Profil 7039-105 (Eggfing 5) (vgl. Kap. 9.1.4.1), in dem eine weitere Sondersituation auf der Donau-Hochterrasse bei Eggfing beschrieben werden kann. Auch hier tritt an der Basis des Aufschlusses in einer Tiefe von 1,4m unter der Geländeoberkante der sehr carbonatreiche Jungwürmlöß auf. Der aus dem Jungwürmlöß entwickelte Bt-Horizont ist noch mit einer Mächtigkeit von knapp 0,3m in einer Tiefe zwischen 1,1 und 1,4m erhalten. Aufgrund seiner Tongehalte von bis zu 43% ist er als voll entwickelt zu definieren. Darin ist eine ca. 20m breite, bis zu 0,4m tiefe Rinne angelegt. Die Sedimente dieser Rinne haben gleichfalls die Sedimente des älteren Kolluviums ausgeräumt, wie der diskordante Übergang zum älteren Kolluvium an den Rändern eindeutig belegt. Die fluvial umgelagerten, tonig-schluffigen Sedimente zeigen eine gradierte ablagerungsbedingte Schichtung und sind hydromorph ausgeprägt. Sie sind gekennzeichnet durch eingeschaltete sandige bis sandig-feinkiesige Bändchen, die die unterschiedlichen Ablagerungsphasen dokumentieren. Darüber hinaus finden sich in ihnen einzelne vorgeschichtliche Keramikbruchstücke. Überlagert werden die gradierten Sedimente der

²⁷⁵ Im Lößgebiet südlich von Regensburg wird sehr oft beobachtet, daß der Anteil an organischer Substanz in den Grubenverfüllungen mit zunehmenden Alter wächst. Allerdings gibt es in den „normal entwickelten“ Parabraunerden auf der Hochterrasse keine Hinweise auf eine „Schwarzerdevergangenheit“. Möglicherweise sind die höheren Organikgehalte auch über anthropogenen Eintrag in die Grube erklärbar. Für den Standort scheint zweitgenannte Alternative wahrscheinlicher (s.o.).

²⁷⁶ Aufgrund der hohen Carbonatgehalte in Probe 7039-102/10 wurde auch auf die Ausweisung eines Bv-Horizontes verzichtet, obgleich eine Verlehmung deutlich sichtbar ist.

²⁷⁷ In den Proben 102/1 und /2 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

Rinne diskordant durch die jüngeren Kolluvien, wie sie bereits in den Profilen 7039-101 und 7039-102 beschrieben wurden.

Auf der Hochterrasse der Donau bei Eggfing ist folgende spätpleistozäne bis holozäne Boden- und Reliefentwicklung zu rekonstruieren: Aus dem Jungwürmlöß, der seinerseits die interstadiale Mittelwürmbodenbildung fossilisiert hat, hat sich im Regelfall *ohne* vorhergegangenes Schwarzerdestadium die holozäne Parabraunerde gebildet. Die Pedogenese in Richtung Parabraunerde muß bereits zum Ende des Neolithikums recht weit fortgeschritten sein, da meines Erachtens die schnurkeramische Grubenfüllung bereits primär aus einem carbonatfreien und tonigen Substrat zusammengesetzt war. Dennoch kam es im Bereich der Grubenfüllung zu einer etwas durchgreifenderen Pedogenese, die wahrscheinlich mit differenzierten Drainageverhältnissen in Verbindung zu bringen ist. Nach Auflassen dieser Gruben kam es zur lokalen Umlagerung von Bt-Material und im folgenden zur Ablagerung eines älteren, möglicherweise noch vorgeschichtlichen Kolluviums, das toniger als die jüngeren, rezenten bis subrezenten Kolluvien ausgebildet ist. In dieses Kolluvium und den liegenden Boden haben sich lokal flache Rinnen eingetieft, die eine gradierte Schichtung zeigen und durch sandige bzw. sandig-feinkiesige Zwischenlagen getrennt sind. Über das Alter dieser Sedimente kann allerdings keine nähere Aussage getroffen werden. Der Anschluß dieser Rinnen im Hügelland konnte nicht erfaßt werden. Sicher sind diese Rinnen älter als die jüngeren Löß-Kolluvien, von denen sie fossilisiert werden. Die jüngeren Kolluvien zeigen die Körnung der Jungwürmlöße des Gebietes, sie sind jedoch durchgängig carbonatfrei. Carbonathaltige Kolluvien wurden nicht beobachtet. Aus meiner Sicht ist nicht eindeutig zu belegen, ob diese Sedimente am Ort ihrer Abtragung oder ihrer Sedimentation entcarbonatisiert wurden. Wahrscheinlicher erscheint eine Carbonatfreisetzung bereits im Erosionsgebiet, da sich im Liegenden der jüngeren Kolluvien keine Hinweise auf Carbonatausfällungen finden lassen.

5.2.2.3 Kolluvien und Böden bei Eggfing am Übergang vom Lößhügelland zur Hochterrasse der Donau - Zusammenfassung und Diskussion

Hangkolluvien und Böden bei Eggfing dokumentieren eine andere Entwicklung als sie bei Seedorf (Kap. 5.2.1) vorgestellt wurde. Eine lineare Ausräumung von Böden in alten Rinnen ist hier nicht in bedeutendem Ausmaß aufgetreten. Die Hangprofile zeigen im Oberhangbereich als Ackerböden bereits (Kulto)-Pararendzinen aus Löß, bis hangabwärts der Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde den gegenwärtigen Ap-Horizont bildet. Im Unterhangbereich haben sich bis zu 1,5m mächtige Kolluvien gebildet, die granulometrisch voneinander zu trennen sind (Abb. 82). Aufgrund der archäologischen Hinweise wird angenommen, daß die älteste kolluviale Ablagerung im Hangfußbereich ein vorgeschichtliches (bronze- bis römischerzeitliches) Sediment repräsentiert. Dieses Sediment fossilisiert eine Bodenbildung, die genetisch als pseudovergleyte Schwarzerde-Parabraunerde zu bezeichnen ist. Die besonderen Reliefbedingungen und die hydromorphen Verhältnisse scheinen für die Ausbildung dieses Bodentyps verantwortlich (vgl. Sabel 1982). Meines Erachtens finden sich in den kolluvial überdeckten Bt-Horizonten auf der Donau-Hochterrasse *keine* Hinweise auf eine entsprechende Schwarzerdevergangenheit der dortigen Böden. Auch auf der Hochterrasse treten granulometrisch zu trennende Kolluvien auf (Abb. 82), die mit den Sedimenten im Hangfußbereich zwanglos verbunden werden können. Eine schnurkeramische Grubenverfüllung, die in den Bt-Horizont und den liegenden Löß eingetieft ist, belegt die intensivere Bodenbildung im Liegenden der anthropogenen Eintiefung im Vergleich zu ungestörten Profilen. Darüber hinaus läßt sich aus der Verfüllung selbst ableiten, daß bereits zu Beginn der Bronzezeit die Bt-Horizonte hohe Tongehalte erreicht haben. Die Kolluvien der Hochterrasse überdecken den holozänen Bt-Horizont. Flache Rinnenfüllungen, die in das ältere Kolluvium eingetieft sind und

diskordant von den jüngeren Hangsedimenten überdeckt werden, belegen, daß es sich um zeitlich zu differenzierende Ablagerungen handelt. Die älteren Umlagerungssedimente zeigen eine gewisse Verlehmung und Verbraunung an und zeugen von einer Stabilitätsphase im Sinne einer ungestörten Bodenbildung.

Reliefveränderungen beschränken sich im Hügelland, bedingt durch die dominierenden flächenhaften Abspülungen, auf eine Verminderung der Reliefenergie und auf das Verwischen ehemaliger Hangkanten, wie in Abb. 68 am Verlauf der Obergrenze des fossilen Bt-Horizontes deutlich wird. Auf der Hochterrasse bei Eggfing hat die Bodenerosion zu *keiner* nennenswerten Reliefveränderung geführt²⁷⁸. Die erodierten Al-Horizonte der Parabraunerden sind lediglich von tonig-schluffigen Kolluvien „abgelöst“ worden.

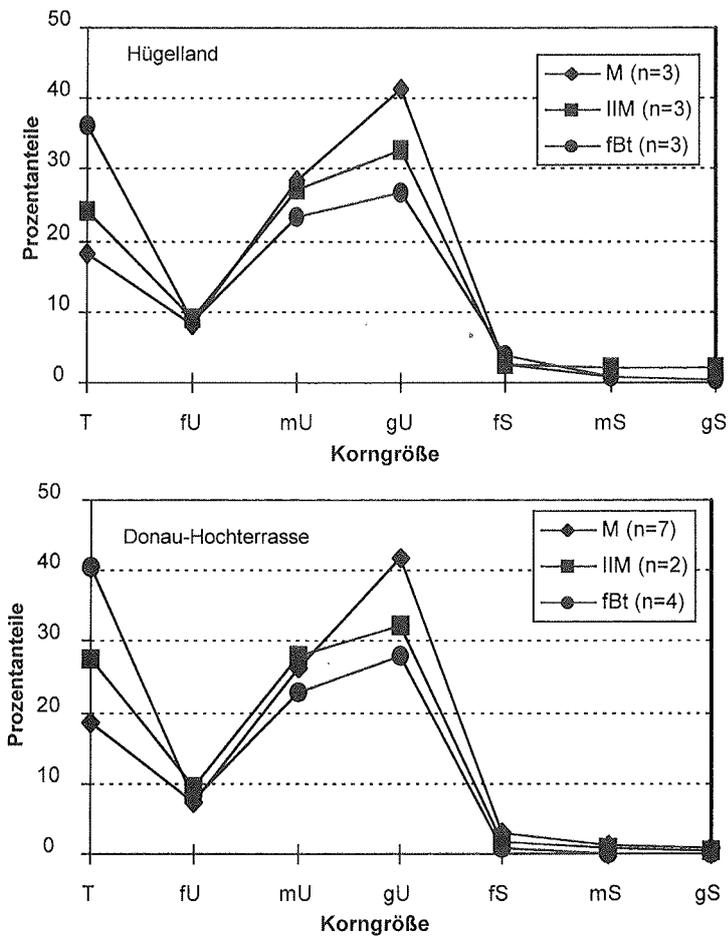


Abb. 82: Standort Eggfing: Korngrößenverteilungen ausgewählter Substrate.

²⁷⁸ Wobei hier keine Dellenpositionen untersucht wurden.

5.2.3 Rinnenfüllungen und Kolluvien im Umfeld einer bronzezeitlichen Siedlung im Vilstal bei Reisbach

Einige hundert Meter westlich von Reisbach im Vilstal²⁷⁹ (Abb. 83) wurden bodenkundlich-sedimentologische Untersuchungen zur Rekonstruktion der Boden- und Reliefgeschichte im Umfeld einer spätbronzezeitlichen Siedlung²⁸⁰ durchgeführt. Auch hier steht die Frage nach Ausmaß und Folge kleinräumiger vorgeschichtlicher Eingriffe in die Landschaft im Vordergrund²⁸¹.

Die Vils entwässert als autochthoner Fluß des Tertiärhügellandes in nordöstlicher Richtung zur Donau. Das Vilstal stellt ähnlich dem Tal der Kleinen Laaber eine Leitlinie der vorgeschichtlichen Besiedlung des südstbayerischen Raumes dar (vgl. Angaben bei **Pätzold 1983: 81ff**). **Kreiner** (u.a. 1987) gibt Hinweise zur vorgeschichtlichen Besiedlung des Vilstales und seiner Nebentäler.

Von **Unger (1983)** liegt eine geologische Kartierung des nordöstlich gelegenen Kartenblattes L 7342 Landau an der Isar im Maßstab 1:50.000 vor. Demnach bilden die hangenden Sedimente der Oberen Süßwassermolasse in diesem Raum maximal 17 bis 30m mächtigen Sande, Kiese, Feldspatsande, mergelige und kalkfreie Tone, die oftmals als bedeutende Komponente in periglaziale Fließerden eingemischt sind. Weit verbreitet sind Lössе und Lößlehme, wobei die Würmlössе durch Carbonatgehalte zwischen 35 und 40% charakterisiert sind. Am Südrand des Vilstales beschreibt **Unger (1983: 65)** eine schmale Niederterrasse, die von Löß, Lößlehm, Mischsedimenten aus Löß, Lößlehm und Tertiärmaterial überdeckt ist, während ältere Terrassen an der Vils fehlen. Das Holozän bleibt im Vilstal ungliedert, die Ausweisung von Auenterrassen bzw. Auenstufen ist nach **Unger (1983)** nicht möglich.

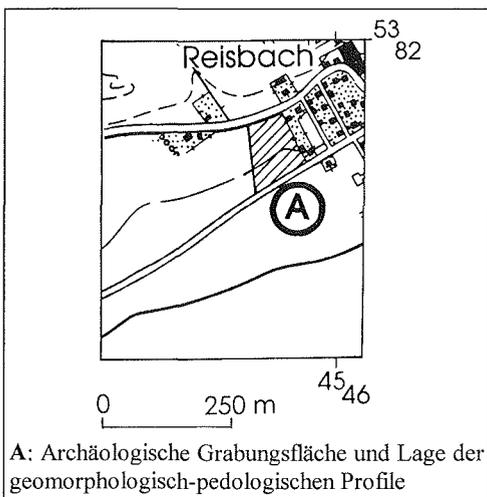


Abb. 83: Standort Reisbach - Übersicht.

²⁷⁹ Standort 6 (Abb. 5).

²⁸⁰ Leitung der archäologischen Ausgrabung: L. Kreiner, M.A. (Kreisarchäologie Dingolfing-Landau). Herr Kreiner führte auch die Identifizierung der Keramik in den Kolluvien aus.

²⁸¹ Rezent befindet sich der Standort unter Grünlandnutzung.

5.2.3.1 Befunde der bodenkundlich-sedimentologischen Arbeiten

Die spätbronzezeitliche Siedlung liegt in einer Höhe von 397m NN auf der, von Fließerden und Kolluvien überkleideten, Niederterrasse der Vils. Der Niederterrasse vorgelagert ist ein jüngeres Erosionsniveau²⁸². Dort konnten die Niederterrassenschotter in einer Tiefe von 393 bis 394m NN erbohrt werden²⁸³.

Im Zuge der bodenkundlichen Profilaufnahmen wurden mit einem Bagger nördlich der spätbronzezeitlichen Siedlung, in Richtung Vils insgesamt elf Profilgruben (jeweils bis zu 4m tief und 5m breit) angelegt²⁸⁴, die durch weitere Bohrungen ergänzt werden konnten.

Auf Grundlage dieser Aufschlüsse läßt sich die Relief- und Bodenentwicklung des etwa 500m² großen Areals rekonstruieren. Abb. 84 gibt einen zusammenfassenden Überblick über den Aufbau der Sedimente nordnordwestlich der spätbronzezeitlichen Siedlung Reisbach.

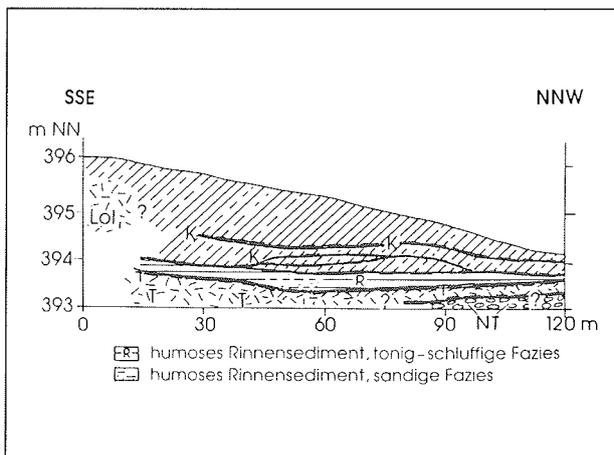


Abb. 84: Aufbau der Sedimente nordnordwestlich der spätbronzezeitlichen Siedlung Reisbach.

Auf den Schotter des Erosionsniveaus der Vils-Niederterrasse folgen solifluidal umgelagerte, carbonatfreie, graue, schluffig-tonige Tertiärsedimente. Ihre Farbe ist sowohl substratbedingt (vgl. Unger 1983) als auch durch hydromorphe Prozesse infolge von Hangwassereinflüssen zu verstehen. Der Lößeinfluß in diesen Fließerden ist gering. Überlagert werden die solifluidalen Umlagerungsprodukte von einem humosen, in einer alten Rinne bzw. Mulde abgelagerten Sediment, das in distalen Bereichen vorwiegend tonig-schluffig ausgebildet ist, in der zentralen Rinnenposition stärker sandig. Die Anteile an organischer Substanz schwanken dabei sehr stark. Der maximale Wert liegt bei 50,1%²⁸⁵. Mit 4910±70 BP (¹⁴C) ist die Vermoorung der Rinne jungneolithischen Datums und in das ausklingende Atlantikum bis einsetzende Subboreal zu stellen (vgl. Tab. 15). Sie fällt zeitlich zusammen mit einem ausgeprägten Kälterückschlag auf der Nordhalbkugel (vgl. Frenzel 1977).

²⁸² An der Isar differenziert Unger (1983) zwei Niederterrassenniveaus, die durch eine spätwürmzeitliche Erosionsphase getrennt sind. Schellmann (1990) grenzt ebenfalls an der Isar eine hochglaziale und zwei spätglaziale Niederterrassen voneinander ab.

²⁸³ Die Talau der Vils liegt bei Reisbach in ca. 392m NN.

²⁸⁴ 8 Profilgruben (7441-101 bis 7441-108) bilden dabei die Catena Reisbach-Ost, 3 Profilgruben (7441-109 bis 7441-111) die parallel verlaufende Catena Reisbach-West.

²⁸⁵ Was eine Ansprache als Torf im Sinne der Arbeitsgruppe Boden (1994) erlaubt.

Probennummer	Labornummer	Datiertes Material	Tiefe (in cm)	$\delta^{13}\text{C}$ [‰]	Konventionelles ^{14}C -Alter (68% [1 sigma])	Kalibriertes Alter
7441-111/11	Hv 21700	organische Substanz	200-215	-27,6	4910±70	cal BC 3775-3640

Tab. 15: ^{14}C -Datierung an organischer Substanz (Reisbach).

Die Rinne wird postatlantisch mit maximal 2m mächtigen kolluvialen Sedimenten verfüllt. Diese Sedimente sind, wie die Befunde zeigen, in maximal vier Phasen zur Sedimentation gelangt, wobei nicht sämtliche Phasen in jedem Profil auftreten bzw. erhalten sind.

Mit Schwierigkeiten ist die zeitliche Einordnung der primär kalkfreien kolluvialen Sedimente verbunden, da Absolutdatierungen fehlen. Das älteste Kolluvium (IV) ist archäologisch steril und steht in keiner Beziehung zur spätbronzezeitlichen Besiedlung des Areals. Die Kolluvien III und II können aufgrund der stratigraphischen Lage und der archäologischen Befunde zwanglos mit der spätbronzezeitlichen Inkulturnahme verknüpft werden. Das jüngste Kolluvium (I) ist aufgrund seiner pedogenetischen Merkmale, die auf (schwache) Tonverlagerung schließen lassen, sicherlich nicht neuzeitlich²⁸⁶, sondern älter, wobei eine genaue Datierung nicht möglich ist. Hinweise auf pedogenetische Prozesse im Sinne einer Lessivierung treten ferner makroskopisch sichtbar im Kolluvium II auf. Allerdings lassen sich keine fossilen Ah-Horizonte und daraus folgernd Paläooberflächen definierten Alters rekonstruieren. Dies führt zur Annahme, daß einer Sedimentation jeweils kurzfristig Abtragungsvorgänge vorgeschaltet waren.

Außerhalb des Rinnenbereiches treten Parabraunerde-Pseudogleye aus Lößlehmkolluvien als Bodentypen in Erscheinung.

Anhand einiger Einzelprofile sowie der synoptischen Quer- und Längsprofile wird im folgenden der Aufbau der Sedimente westlich von Reisbach detaillierter besprochen.

Profil 7441-102 (Reisbach 2) (Abb. 85) in 396m NN befindlich liegt im oberen Bereich (Mittelhang) der Catena Reisbach-Ost (Abb. 86) im von der alten Rinne vorgezeichneten Areal.

Ein zweiphasiges Kolluvium ist ausgebildet, das insgesamt eine Mächtigkeit von 1,9m erreicht. Im jüngeren Kolluvium sind sowohl makroskopisch als auch im Binokular einige Toncutane deutlich erkennbar. Sie überziehen die Aggregatflächen und sind deshalb zweifelsfrei als in situ-Ausprägungen zu identifizieren. Allerdings reicht die schwache Lessivierungsdynamik nicht aus, um den Boden als Parabraunerde zu klassifizieren. Die Ansprache als Kolluvisol bleibt erhalten.

Die Basis dieses Aufschlusses wird von grauen schluffigen Tonen gebildet, die als Kennzeichen einer solifluidalen bis kryoturbarren Umlagerung schwach ausgeprägte Verwürgungsmerkmale erkennen lassen. Die vorherrschend tertiär beeinflussten Solifluktionssubstrate werden von einem 0,4m mächtigen schwarzen Anmoor überdeckt (III fAa, 7441-102/8), der stark mit pflanzlichen Makroresten durchsetzt und dessen Feinsubstanz tonig-lehmiger Natur ist. Vergleichsweise hohe Feinschluffwerte von 13,5% sind als Hinweis auf eine tertiäre Beimengung im stark lößbeeinflussten Substrat zu bewerten. Bedingt durch die distale Rinnenlage liegen die Gehalte an organischer Substanz lediglich bei 15%. Auffällig sind die hohen Kiesgehalte, vorwiegend an der Basis des Sediments, die auf eine kurz vor Ablagerung der humosen Feinsedimente abgelaufene, fluviale Aktivierung hinweisen.

Das ältere kolluviale Substrat reicht von 1,2 bis 1,9m Tiefe, wobei die Abgrenzung zum jüngeren Sediment nicht eindeutig ist. Mit Grobschluffanteilen von 33 bis 34% zeigt sich ein eindeutiger Lößeinfluß²⁸⁷. Der untergeordnete Einfluß von Tertiärkomponenten wird über die Mittelsandanteile aus den Feldspatsanden der

²⁸⁶ Mit Ausnahme der obersten 0,2-0,4m; ein ehemaliger Ap-Horizont. Hier handelt es sich um ein ± rezentes Substrat.

²⁸⁷ Der (carbonathaltige) Löß dieser Region setzt sich nach den Analysen von Unger (1983: Beilage 6) aus 5-10% Feinsand, 45-50% Grobschluff, 20-26% Mittelschluff und 14 bis 18% Ton zusammen. Sandigere Varianten des Lösses aus dem benachbarten Isartal zeigen Feinsandgehalte von 20%. Die Mittel- und Grobsandanteile in den Lössen liegen jeweils unter 1%.

196 5 Ergebnisse

Moldanubischen Serie im Sinne von **Unger (1983)** ersichtlich. Das matt gelblich-braune (10YR 5/4) Kolluvium ist skelettfrei, sehr schwach humos und zeigt hydromorphe Merkmale. Nach unten hin (7441-102/7) wird es etwas dichter (leichte Zunahme der Tongehalte) und stärker hydromorph. Im oberen Abschnitt (7441-102/6) finden sich ganz vereinzelt Spuren von Holzkohlen.

Die Trennung zum jüngeren hangenden Sediment ist nicht sehr eindeutig. Sie wird granulometrisch über die etwas höheren Sand- und Tonanteile vorgenommen. Darüber hinaus steigen die Humusgehalte von ca. 0,5% im liegenden auf etwa 1% im hangenden Substrat. Ferner treten mehr Holzkohleflitter und abgerundete vorgeschichtliche Keramikbruchstücke auf. Die Pseudovergleyung setzt ab einer Tiefe von 1,0m ein. Innerhalb dieses Sediments ist es ebenfalls zu, auch makroskopisch beobachtbarer, Tonverlagerung gekommen. Die Tongehaltsdifferenzen von etwa 5% zwischen 7441-102/2 und 7441-102/3 rühren von diesen pedogenetischen Prozessen her.

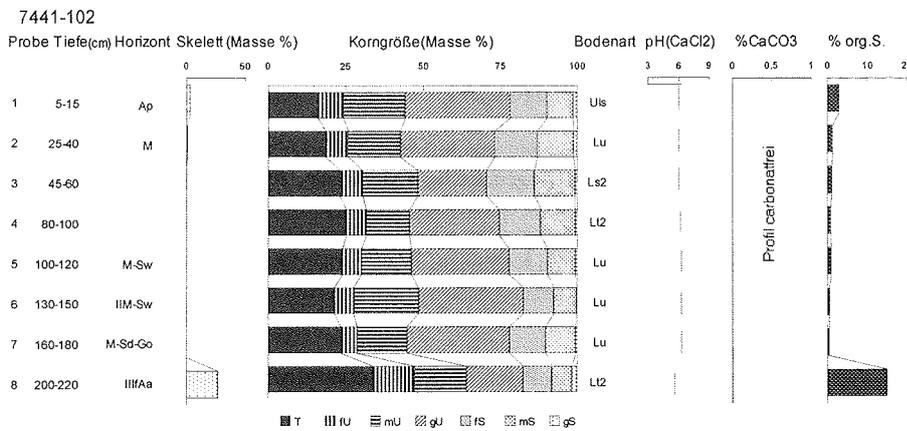


Abb. 85: Profil 7441-102 (Reisbach 2)²⁸⁸; Laboranalytische Standardwerte.

Das 20m nordnordwestlich von 7441-102 bearbeitete Profil 7441-103 (Reisbach 3) (vgl. Abb. 86) zeigt bei einem grundsätzlich ähnlichen Profilaufbau eine stärkere Differenzierung der kolluvialen Rinnenfüllung (Abb. 87, Abb. 88).

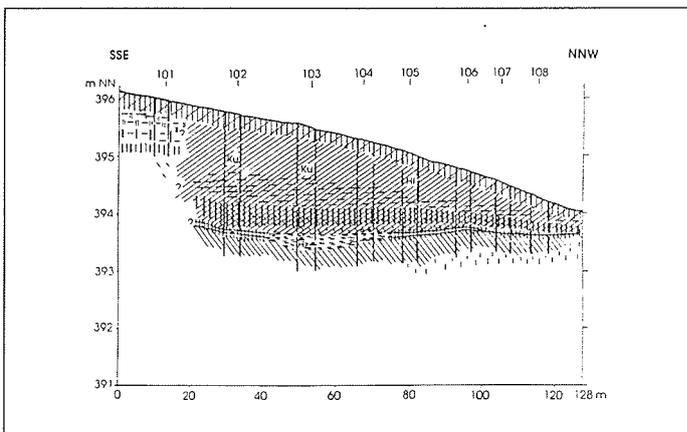


Abb. 86: Reisbach: Catena Ost.

²⁸⁸ In Probe 102/4 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt

Der basale Abschnitt (2,1 bis 2,2m+) wird erneut von solifluidal beeinflussten, grauen, schluffigen Tonen eingenommen. In einer Tiefe von 2,1m setzt die schwarze (10YR 1,7/1), organische (ca. 50% Humusgehalt) Rinnenfüllung (7441-103/11) ein, die stark von pflanzlichen Makroresten und Holzstücken durchsetzt ist. Die mineralische Feinsubstanz ist im Vergleich zu Profil 7441-102 mit knapp 50% Sandanteilen deutlich grobkörniger; ein stark sandiger Lehm. Fossilisiert ist der 0,3m mächtige Torf von einem humosen, sehr tonigen (etwa 46% Tongehalt), carbonatfreien Kolluvium (103/10), das im Profil 7441-102 fehlt. Aufgrund seiner granulometrischen Konfiguration - lediglich 10% Grobschluff, bei höheren Mittel- und Feinschluffanteilen - wird die tertiäre Beeinflussung des kolluvialen Sediments sichtbar. Obschon eindeutig als holozänes Umlagerungssediment durch die Radiocarbonatierung des liegenden organischen Material datiert, finden sich in diesem Sediment weder Holzkohlen und Keramikbruchstücke, noch andere Merkmale, die eine Ansprache als Kolluvium ermöglichen würde. Aufgrund der archäologischen Situation mit der spätbronzezeitlichen Siedlung und den altersäquivalenten hangenden keramik- und holzkohleführenden Kolluvien ist mit Sicherheit davon auszugehen, daß dieses Sediment älter als die spätbronzezeitliche Siedlung und jünger als 5000 BP (¹⁴C) ist, auf die das liegende humose Sediment datiert ist.

Klar abgegrenzt folgt in einem Tiefenbereich zwischen 1,5 und 1,7m ein weiteres schluffig-toniges Sediment (7441-103/9 und 7441-103/8). Im Gegensatz zum liegenden Kolluvium ist es eindeutig stärker lößbeeinflußt. Ferner ist es schwach humos, weist ein polyedrisches Gefüge auf und ist sehr dicht. Wiederum diskordant wird es von einem nur 0,15m starken, sandig-lehmigen holzkohleflitterführenden Kolluvium (7441-103/7) abgelöst, das sich darüber hinaus durch die sehr geringen Humusgehalte (0,7% organische Substanz) sowohl vom hangenden als auch vom liegenden Sediment absetzt. Das nach oben hin abschließende kolluviale Paket (7441-103/6 bis 7441-103/1) ist durch Humusgehalte von 1,2 bis 1,7%²⁸⁹ gekennzeichnet und aufgrund seiner Korngrößenzusammensetzung als lößbürtiges Kolluvium anzusprechen. Innerhalb des kolluvialen Sediments lassen sich Belege für pedogenetische Prozesse im Sinne einer Tonverlagerung anführen, was bei herrschenden pH(CaCl₂)-Werten von 6,3 bis 6,4 auch aus Sicht des Pedomilieus ohne Schwierigkeiten begründbar ist. Allerdings bilden die Tonbeläge keinen flächenhaften Horizont aus, sondern zeigen sich vereinzelt in lokalen Tonanreicherungen konzentriert. Von der Ausweisung eines Bt-Horizontes ist deshalb abzusehen. Dieses jüngste Kolluvium ist reich an Holzkohleflittern.

Ferner findet sich in Profil 7441-103 in einer Tiefe von 1,2m vorgeschichtliche, wahrscheinlich bronzezeitliche Keramik und in 0,5m Tiefe ein Stein, der möglicherweise als „Waschstein“ benutzt wurde. Ab einer Tiefe von 0,9m ist eine deutliche Hydromorphierung, vorwiegend gekennzeichnet durch kleine (< 2mm Durchmesser) Eisenkonkretionen, zu erkennen.

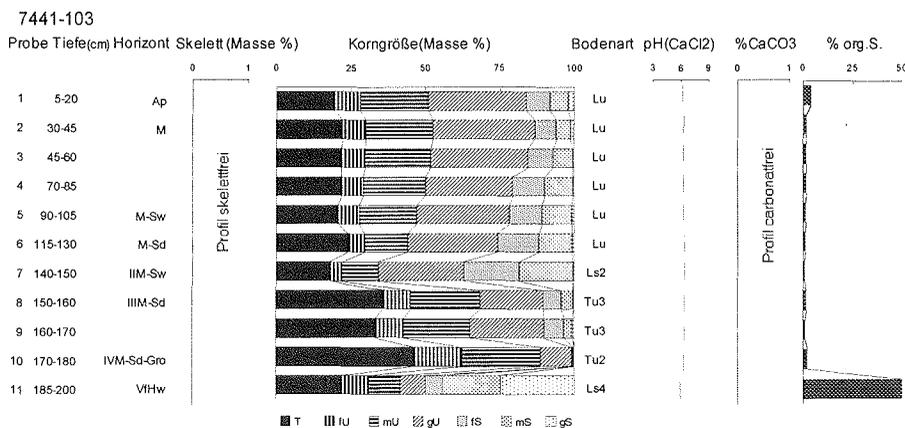


Abb. 87: Profil 7441-103 (Reisbach 3)²⁹⁰; Laboranalytische Standardwerte.

²⁸⁹ Der Ap-Horizont mit 4,0% ausgenommen.

²⁹⁰ In den Proben 103/1, /2 und /4 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

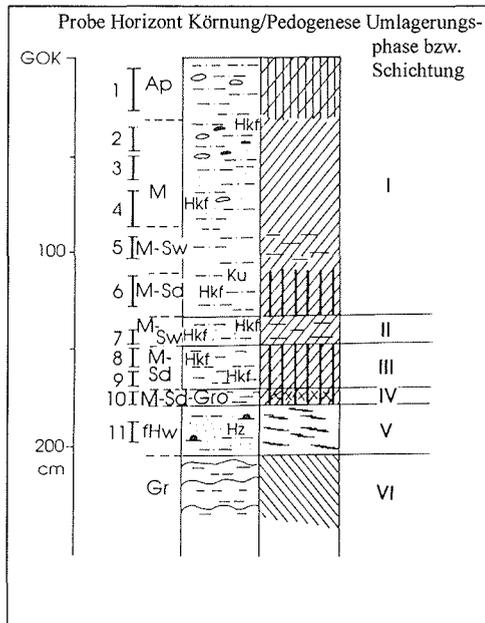


Abb. 88: Profil 7441-103 (Reisbach 3).

Tonmineralogisch ist lediglich das jüngste Kolluvium abgrenzbar (Abb. 89, Abb. 90, Abb. 91). Bereits im magnesiumbelegten Präparat (Abb. 89) ist eine deutliche semiquantitative Differenzierung der Tonmineralgarnitur sichtbar. Der relative Anteil an Illiten ist im stark durch Lößbeeinflussung charakterisierten Kolluvium eindrucklich höher als in den älteren kolluvialen Sedimenten. Sicher stellt dies allein keinen Schichtnachweis dar, ist doch eine Illitisierung im Sinne von **Niederbudde (1975)** denkbar. Dagegen spricht aber der sprunghafte Anstieg der Illitanteile. Im Falle einer Illitisierung ist von einer graduellen Transformation der silikatischen Tonminerale auszugehen. Dies ist hier nicht der Fall. Ferner zeigt das jüngste Kolluvium auch ein abweichendes Quellungsverhalten (Abb. 90). Während die liegenden Kolluvien sowohl durch quellfähige 1,4nm-Minerale (Smectite und/oder niedrig geladene Vermiculite) als auch durch nicht quellfähige 1,4nm-Minerale (hoch geladene Vermiculite) zu etwa gleichen Teilen gekennzeichnet sind, tauchen geweitete 1,4nm-Minerale im jüngsten Sediment nur sehr untergeordnet auf. Weiter gibt die Kaliumbelegung der Tone (Abb. 91) einen (ergänzenden) Hinweis auf den Substratwechsel, denn lediglich im jüngsten Kolluvium treten geringe Anteile an Chloriten auf, die aufgrund der Bodenreaktion auch ohne Temperung als lithogen interpretiert werden (vgl. **Blum 1976**).

Für die tonmineralogische Abgrenzung des jüngsten Kolluviums spricht zudem die fehlende pedogene Transformation der Tonminerale innerhalb der einzelnen Kolluvien. Auch im jüngsten Kolluvium gibt es *keinerlei* Hinweise auf Prozesse der Tonmineralumbildung. Im Profil 7441-103 ist es möglich, die Differenzierung der Kolluvien I und II tonmineralogisch abzusichern. Die älteren, sedimentologisch zweifelsfrei trennbaren Kolluvien unterscheiden sich demgegenüber bezüglich ihrer Tonmineralgarnitur nicht wesentlich voneinander.

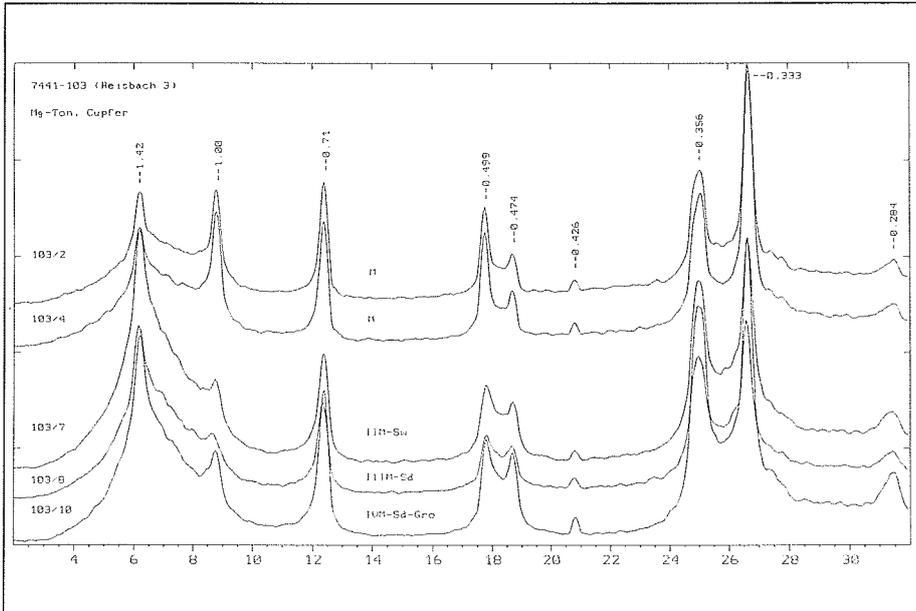


Abb. 89: Diffraktogramme des Profils 7441-103 (Reisbach 3): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion $< 2\mu\text{m}$).

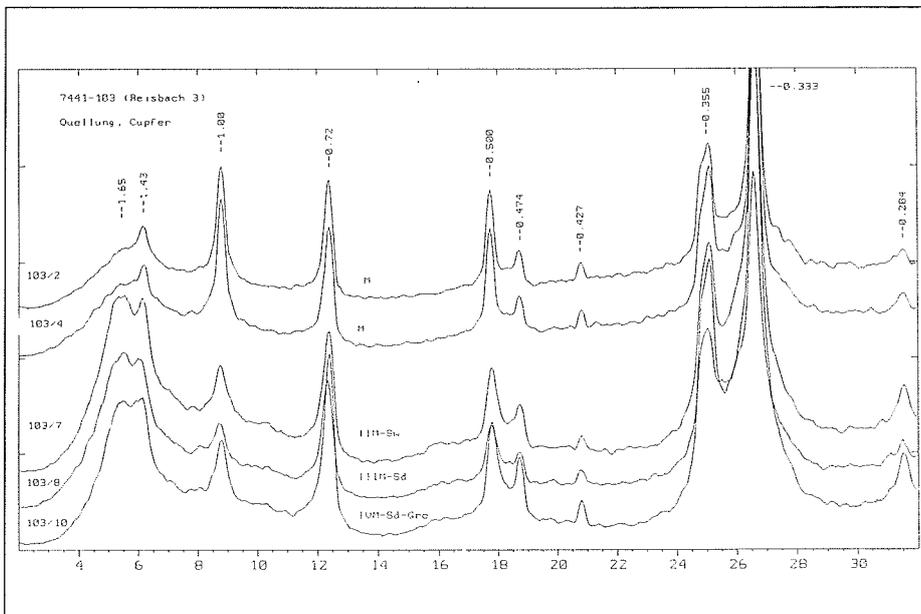


Abb. 90: Diffraktogramme des Profils 7441-103 (Reisbach 3): Quellungspräparate (Tonfraktion $< 2\mu\text{m}$).

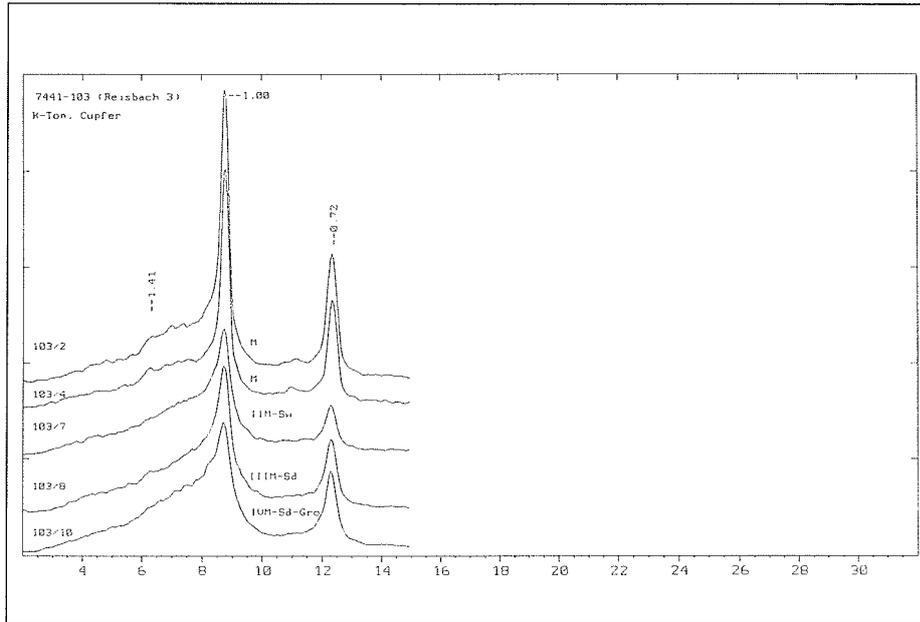


Abb. 91: Diffraktogramme des Profils 7441-103 (Reisbach 3): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).

Die weiteren Profile der Catena Reisbach-Ost (vgl. Abb. 86) bestätigen den vorgestellten Aufbau der Sedimente nördlich der spätbronzezeitlichen Siedlung. Eine vollständige viergliedrige Abfolge der kolluvialen Pakete ist allerdings nicht durchgängig zu beobachten. Im Profil 7441-104 (Reisbach 4) (vgl. Kap. 9.1.5) fehlt beispielsweise das zweitälteste Kolluvium, im Profil 7441-105 (Reisbach 5) (vgl. Kap. 9.1.5) unterscheidet sich das zweitjüngste Kolluvium granulometrisch durch geringere Sandbeeinflussung von den zeitlich äquivalenten Bildungen in den genannten Profilen. Aus Abb. 86 wird ersichtlich, daß die Mächtigkeit der kolluvialen Überdeckung der humosen Rinne hangabwärts stark abnimmt. Darüber hinaus läßt sich eine in Gefällerrichtung geringere Mächtigkeit der humosen Substrate belegen. In Profil 7441-108 (Reisbach 8) (vgl. Kap. 9.1.5) nimmt sie in einer Tiefe von 0,7m gerade noch 0,05m ein. Dort treten unter der 0,3m mächtigen Fließerde zudem die Schotter des Erosionsniveaus der Vils-Niederterrasse in 1,05m Tiefe auf.

Um die räumliche Verbreitung der ehemaligen, flachen und weitgespannten Hohlform zu dokumentieren wurde ca. 15m westlich der Catena Reisbach-Ost eine parallele Profilvereihe angelegt (Abb. 92, Catena Reisbach-West). Profil 7441-110 (Reisbach 10) (Abb. 93) liegt in gleicher Höhe wie Profil 7441-102 (vgl. Abb. 94).

Über den periglazial verlagerten tertiären Sedimenten, die ab einer Tiefe von 2,4m anstehen, folgt die humose Rinnefüllung mit einem Gehalt an org. Substanz von etwa 25%. Das mineralische Feinsediment ist textuell stark sandig geprägt (70% Sandanteile) und entspricht in seiner granulometrischen Sortierung *nicht* den tonig-lehmigen Rinnensedimenten des Nachbarprofils 7441-102, sondern stärker der Korngrößenzusammensetzung des weiter hangabwärts liegenden Profils 7441-103, das mit 50% Sandanteil²⁹¹ ebenfalls sehr sandig ist. Der Vergleich der granulometrischen Zusammensetzung der Rinnefüllung zeigt, daß die alte Rinneform südwest-nordost ausgerichtet ist und quer zur rezenten Hangmorphologie verläuft. Die gegenwärtigen Oberflächenformen geben *keinen* Hinweis auf diese fossile Form. Im Profil 7441-110 wird das 0,2m mächtige, anmoorige Feinsediment (7441-110/11) von einem gleichfalls 0,2m starken, weiterhin anmoorigen, jedoch tonig-lehmigen Sediment abgelöst (7441-110/10), so daß sich die Situation einer zweigliedrigen, kolluvialen Rinnefüllung ergibt, die an keiner weiteren Position rekonstruiert werden konnte. Die mineralischen Bestandteile des Feinbodens sind mit Feinschluffanteilen von knapp 10% auch durch tertiäre Sedimente beeinflusst. In *beiden* Kolluvien läßt sich eine schwache pedogenetische Differenzierung im Sinne einer Lessivierung feststellen. Im jüngeren Kolluvium ist die Tonverlagerung besser zu identifizieren. Trennbar sind die unterschiedlich alten Kolluvien nur hinsichtlich ihrer Anteile an organischer Substanz. Das liegende Kolluvium ist mit Humus-

²⁹¹ Bei einer sehr ähnlichen Verteilung der Sandsubfraktionen mit einem Maximum im Grobsandbereich.

gehalten von $< 1\%$ ²⁹² deutlich humusärmer als das jüngere mit Werten zwischen 1 und 1,6%. Beide Kolluvien sind carbonatfrei, bei recht hohen pH(CaCl₂)-Werten von 6,3 bis 6,8, die Tonverlagerungsprozesse begünstigen. Ebenfalls zeichnen sich beide Kolluvien durch eine eindeutige Lößdominanz aus²⁹³ und sind darüber hinaus durch Holzkohleflitter und Hüttenlehm charakterisiert. Datierende Keramik fehlt jedoch.

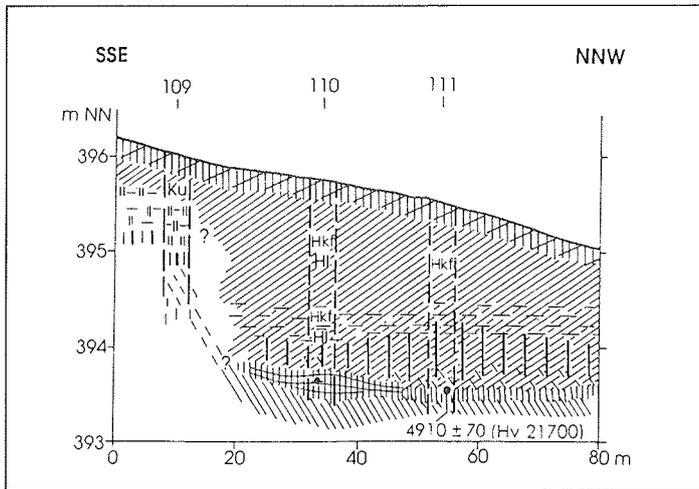


Abb. 92: Catena Reischbach-West.

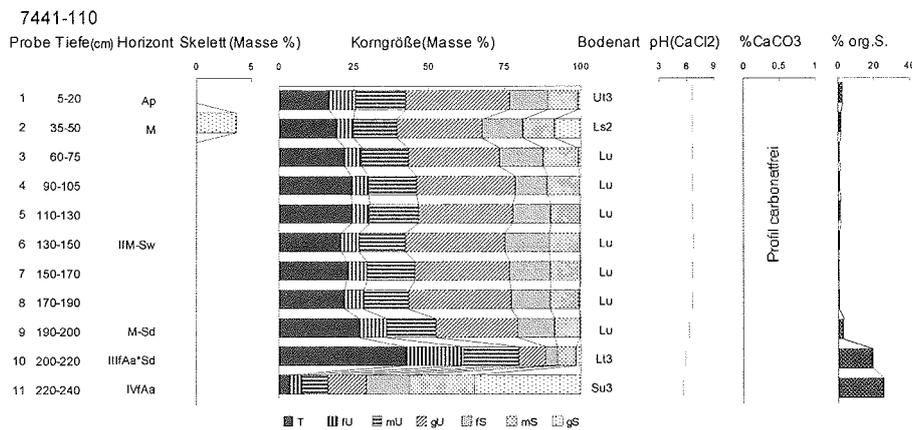


Abb. 93: Profil 7441-110 (Reischbach 10)²⁹⁴: Laboranalytische Standardwerte.

²⁹² Mit Ausnahme der Probe 7441-110/9 mit 3,2% organischer Substanz, wobei hier der Einfluß der liegenden anmoorigen Sedimente deutlich wird.

²⁹³ Eine Ausnahme stellt sich lediglich in Probe 7441-110/2 dar, die sich durch höhere Sandgehalte und Skelettführung von den übrigen Proben absetzt. Ich deute dies als kurzfristige Aktivierung des Umlagerungsgeschehens. Da dieser Abschnitt mit 0,15m sehr geringmächtig ausgebildet ist und darüber hinaus die Lößbeeinflussung der dominierende Aspekt bleibt, wurde auf die Ausweisung einer eigenen Schichtbezeichnung in diesem Fall verzichtet.

²⁹⁴ In Probe 110/1 tritt ein Skelettgehalt von $< 1\text{Gew.}\%$ auf. Dieser ist in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

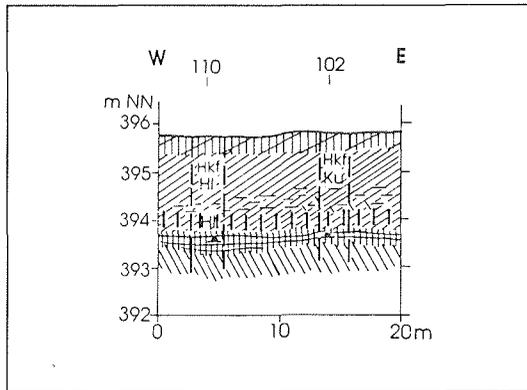


Abb. 94: Reischbach: Hangquerschnitt.

Zwanzig Meter hangabwärts von Profil 7441-110 liegt am mit 2° geneigten Hang Profil 7441-111 (Reischbach 111) (vgl. Kap. 9.1.5). Im Vergleich zu Profil 7441-110 zeichnen sich die humosen Feinsedimente in einer Tiefe zwischen 2,0 und 2,15m durch einen geringeren Anteil an organischer Substanz (jediglich 9%) und durch die stark schluffig-tonige Ausbildung des mineralischen Feinbodens (Hinweis auf distalen Rinnenbereich) aus. Die an organischer Substanz durchgeführte Radiocarbonatierung erbrachte ein Alter von 4910±70 BP (¹⁴C) (vgl. Tab. 15) und stellt diese Sediment an den Übergang Atlantikum/Subboreal.

Darüber setzt ein schluffig-toniges, schwach humoses, archäologisch steriles Umlagerungssediment ein, das sowohl Löß- als auch Tertiärbeeinflussung aufweist. Dieses älteste kolluviale Sediment, aufgrund seiner Reduktionsmerkmale als M-Sd-Gro-Horizont angesprochen, ist nur 0,15m mächtig und wird von einem 0,3m mächtigen, sandigeren und stärker lößdominierten Sediment fossilisiert. Im Hangenden folgt die bereits an Profil 7441-110 erläuterte Abfolge zweier kolluvialer Pakete, wovon das liegende (zwischen 0,95 und 1,5m) Sediment erneut durch niedrigere Humusgehalte gekennzeichnet ist. Datierende archäologische Hinweise fehlen wiederum in diesen nach unten hin stärker hydromorph beeinflussten Kolluvien. Lokale, schwach ausgeprägte Tonverlagerungen lassen sich in beiden Kolluvien feststellen.

Die Profile 7441-101 (Reischbach 1) (Abb. 95) und 7441-109 (Reischbach 9) (vgl. Kap. 9.1.5) befinden sich oberhalb der im Untergrund aufgeschlossenen, jedoch oberflächlich nicht erkennbaren Rinne. Sie zeigen einen abweichenden Profilaufbau.

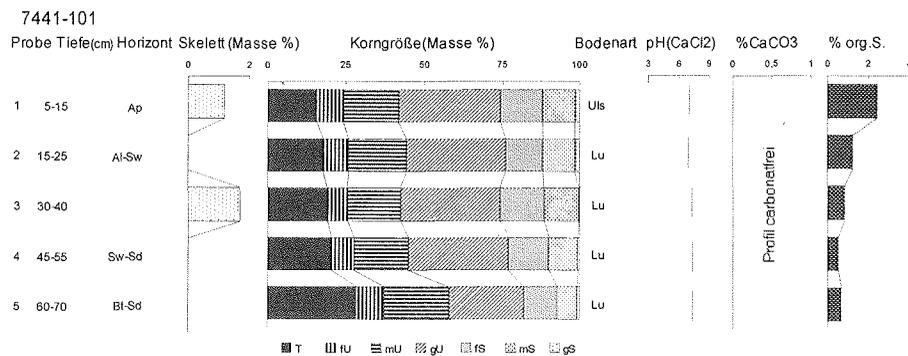


Abb. 95: Profil 7441-101 (Reischbach 1)²⁹⁵. Laboranalytische Standardwerte.

²⁹⁵ In den Proben 101/2, /4 und /5 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfasst.

Profil 7441-101, in wenig über 396m gelegen, zeigt eine schwach entwickelte, etwa 0,8m mächtige Parabraunerde aus Lößlehmmaterial. Die Tongehaltsunterschiede zwischen Al- und Bt-Horizont betragen lediglich 10%. Um Raum für eine holozäne Pedogenese zu lassen²⁹⁶, ist die Lessivierungsdynamik zu schwach. Die Gehalte an organischer Substanz von > 0,5% sprechen ebenso wie die geringen Tongehalte des Bt-Horizontes für eine Bodenbildung aus einem Lößlehmkolluvium, obgleich makroskopisch im Sediment selbst *kein* Hinweis auf eine kolluviale Beeinflussung festzustellen ist. Im hangparallel angelegten Profil 7441-109 wird diese Bodenentwicklung von einem jüngeren Kolluvium, in dem auch Keramik enthalten war, überlagert. Das jüngste Kolluvium, das lediglich in Profil 7441-109 auftritt und mit der jüngsten kolluvialen Verfüllung in der Rinneposition verknüpft werden kann, fehlt im Profil 7441-101.

Die granulometrischen Befunde und die für die Reisbacher Kolluvien geringen Anteile an organischer Substanz lassen eine Verbindung der kolluvialen Sedimente im Profil 7441-101 zum zweitjüngsten kolluvialen Rinnensediment herstellen. Im Gegensatz zur Rinne kam es jedoch im Profil 7441-101 nicht zu einer erneuten nennenswerten kolluvialen Überdeckung, so daß die Bodenentwicklung zwar möglicherweise kurzfristig (als Folge einer Veränderung der Vegetationsverhältnisse) unterbrochen war, aber im Vergleich zu den Rinnensedimenten summarisch über einen deutlich längeren Zeitraum ablaufen konnte. Da das Kolluvium II bei Reisbach in Verknüpfung mit den archäologischen Befunden als spätbronzezeitlich betrachtet wird, ist davon auszugehen, daß sich (mit Unterbrechungen) seit ca. 3000 BP (¹⁴C) aus einem ursprünglich kalkfreien Lößlehmkolluvium eine Parabraunerde mit knapp 10% Tongehaltsdifferenz zwischen Al- und Bt-Horizont entwickelt hat²⁹⁷. Unterlagert wird die kolluviale Bodenbildung von einer Lößlehmfließerde.

5.2.3.2 Zusammenfassung und Diskussion der Befunde bei Reisbach im Vilstal

Im näheren Umfeld einer spätbronzezeitlichen Siedlung am südlichen Rand des Vilstales bei Reisbach konnte sowohl die lokale Sedimentationsgeschichte rekonstruiert als auch Bodenbildung in kolluvialen Sedimenten beobachtet und annähernd datiert werden. Eine intensive Veränderung der Reliefformen in den letzten 5000 BP (¹⁴C) ist zu dokumentieren. Bereits in vorgeschichtlicher Zeit ist ein bedeutender Teil der Reliefveränderung, die archäologischen Befunde deuten auf die Spätbronzezeit, abgeschlossen. In den spätbronzezeitlichen Kolluvien haben sich dort²⁹⁸, wo keine durchgreifende spätere Überformung (Fossilierung durch jüngere Sedimente, Abtragung) zu befinden ist, Parabraunerden mit Tongehaltsdifferenzen von 10% aus primär kalkfreien Kolluvien entwickelt. Vergleichbare Befunde einer entsprechenden Bodenbildung in kolluvialen Substraten liegen u.a. von Bolt et al. (1980), Bork (1983), Bibus (1989), Schellmann (1990) und Semmel & Poetsch (1996a) vor²⁹⁹. Mit Bork (1988) ist sicher von einer zwischenzeitlichen und längerfristigen Bewaldung des Standortes auszugehen, die erst eine Lessivierung dieses Umfanges ermöglicht.

Das Paläorelief an der Wende Atlantikum/Subboreal zeigt eine weitgespannte, sehr flache Rinne bzw. Mulde, die zum heutigen Hang quer verläuft. Vor etwa 3700 BC (cal) beginnt diese Rinne zu vermooren. Im zentralen Teil kommt es nach und mit der Ablagerung sandiger Sedimente zur Torfbildung, die in distalen Bereichen in einen Anmoor übergeht. Die maximal 0,4m mächtige und bis zu 50% organische Substanz führende Vertorfung wird von einem ersten, stark tertiär beeinflussten, sehr tonigen Kolluvium (IV) überdeckt, dessen Zeitstellung nur ansatzweise bestimmt werden kann. Aufgrund der Datierung des liegenden Torfs ist es sicherlich jünger als 3700 BC (cal). Durch die Überdeckung mit einem höchstwahrscheinlich spätbronzezeitlichen Kolluvium (III) kann es in die Zeit zwischen Spätneolithikum und Spätbronzezeit datiert werden. Über Kolluvium IV folgen zwei wahrscheinlich spätbronzezeitliche

²⁹⁶ A. Semmel (in Semmel & Poetsch 1996a: 83) beschreibt eine vergleichbare, etwa 1000 Jahre alte Parabraunerdebildung aus kalkfreien Kolluvien, die er allerdings an ähnlichen Standorten „irrtümlich als „normale“ Parabraunerden“ anspricht. Die geringen Tongehaltsunterschiede begründete er als Folge „des insgesamt tonärmeren Ausgangssubstrates“.

²⁹⁷ Auffällig sind die hohen pH(CaCl₂)-Werte von > 7 bei gleichzeitiger Carbonatfreiheit. Hier dürften Düngungseinflüsse von Bedeutung sein.

²⁹⁸ Außerhalb der Rinne.

²⁹⁹ Vgl. hierzu Tab. 8 (Kap. 9.2).

Kolluvien (II, III), wobei das ältere Sediment faziell stark differenziert und meist nur geringmächtig ausgebildet ist. Die Umlagerungen sind in direktem Zusammenhang mit den lokalen Siedlungstätigkeiten des spätbronzezeitlichen Menschen zu betrachten. Substratwechsel zwischen dem liegenden und dem hangenden, stark lößbeeinflussten Kolluvium II können meines Erachtens vorsichtig als Ausweitung bzw. Wechsel vorgeschichtlicher Nutzflächen gedeutet werden. Entsprechende spätbronze-/urnenfelderzeitliche Umlagerungssedimente nehmen in der Literatur zur vorgeschichtlichen Bodenerosion breiten Raum ein (u.a. **Giessübel 1977, Bibus 1989, Bleich 1995**)³⁰⁰. Allerdings muß einschränkend hinzugefügt werden, daß eine Absolutdatierung dieser Kolluvien nicht vorliegt.

Im Vergleich zu den außerhalb der Rinne positionierten Standorten mit einer fortgeschrittenen Pedogenese in Richtung Parabraunerde (s.o.) bleibt die Bodenbildung im spätbronzezeitlichen Rinnenkolluvium deutlich schwächer. Sie beschränkt sich auf lokale Tonverlagerungsprozesse und führt im Vertikalprofil lediglich zu durchschnittlichen Tongehaltsdifferenzen von 3 bis 4%, so daß von einer Horizontdifferenzierung im Sinne einer Parabraunerde abzusehen ist (vgl. **Arbeitsgruppe Boden 1994: 191**).

Die Differenzierung zwischen Rinneposition und benachbarten Standorten läßt sich durch eine stärkere Morphodynamik im Bereich der Paläorinnenform erklären. Sie stellt längerfristig eine bevorzugte Leitlinie des Sedimentdurchtransportes dar. Deshalb kommt es in der Rinne sowohl zu Abtragungsvorgängen als auch zur Akkumulation eines jüngeren Kolluviums (I), das in den zentralen Rinnenbereichen bis zu 1,3m mächtig ist, an den Rändern aber merklich ausdünt. Jüngste Umlagerungen sind von dieser Paläoform nicht mehr beeinflusst.

Die Kolluvien I und II lassen sich granulometrisch *nicht* voneinander trennen. Sie stellen beide stark lößbeeinflusste Sedimente dar. Eine Abgrenzung über Keramikbruchstücke ist zudem schwierig, da auch im jüngsten Sediment vorzugsweise vorgeschichtliche Keramik vorkommt. Die in wenigen Fällen unterhalb der ehemaligen Pflugsohle auftauchende, im weitesten Sinne postbronzezeitliche Keramik wäre auch durch Bioturbationsvorgänge erklärbar. Deutlich zu differenzieren sind die Kolluvien allerdings durch die unterschiedlichen Humusgehalte und die veränderte Tonmineralgarnitur, die hier die Schichtansprache stützt. Auch im Kolluvium I sind Ansätze einer vertikalen Profildifferenzierung durch Tonverlagerung gegeben. Sie sind sogar etwas stärker und flächenhafter als im II. Kolluvium entwickelt, reichen aber zur Ansprache einer Parabraunerde noch nicht aus. Die pedogenetischen Aspekte sprechen meines Erachtens eher für ein mittelalterliches bis frühneuzeitliches Sediment als für eine ± rezente Kolluvium. Das rezente Kolluvium beschränkt sich lediglich auf die obersten 0,3m und ist damit fast identisch mit dem ehemaligen Ap-Horizont dieses Grünlandstandortes.

Die bodenkundlich-sedimentologischen Befunde belegen eine raum-zeitlich differenzierte Abtragungs- und Akkumulationsgeschichte in den letzten ca. 5000 BP (¹⁴C). Langfristig wirksame Leitlinie der Bodenerosion stellt das Paläorelief, hier in Form einer weitgespannten Mulde, dar. Die pedogenetischen Befunde weisen darauf hin, daß im Bereich der Paläorinne zwar immer wieder flächenhaft Sedimente abgetragen wurden (so fehlen gänzlich Hinweise auf fossile Ah- bzw. Ap-Horizonte). Sie zeigen aber auch, daß seit der Spätbronzezeit *keine* Linearerosion größeren Ausmaßes mehr stattgefunden hat.

³⁰⁰ Vgl. hierzu Tab. 6 (Kap. 9.2).

5.2.4 Kolluvien und Böden im Umkreis eines römischen Gutshofes bei Thalmassing

Im Rahmen des Kapitels zur holozänen Boden- und Reliefentwicklung im Lößhügelland werden abschließend ergänzende und vergleichende Untersuchungsergebnisse vom Standort Thalmassing³⁰¹ präsentiert (Abb. 96). Angebunden an die aktuelle archäologische Ausgrabung eines römischen Gutshofes³⁰² am südexponierten Hang des Pfattertales können Aussagen zur prä-römischen Landschafts- und Bodenentwicklung anhand von Sedimenten und Böden, die durch Grundmauern einer römischen villa rustica fossilisiert wurden, erzielt werden. Die Ergebnisse werden mit Erkenntnissen zur rezenten Bodenerosion an aktuellen Baugrubenaufschlüssen verglichen. Ferner wurden Talquerschnitte abgebohrt und die Auensedimente der Pfatter bearbeitet.

Geologisch ist der Standort überwiegend durch Löß charakterisiert. Tertiäre Sedimente treten auf den nördlichen Höhen als Feldspatsande flächenhaft auf³⁰³. Ferner sind am Südrand und flußaufwärts der Pfatter oberkretazische Sedimente (Weilloher Mergel) auskartiert (vgl. **Oschmann 1958**). Die Talasymmetrie der Pfatter ist in diesem Abschnitt als recht schwach ausgeprägte primäre SE-Asymmetrie im Sinne von **Karrasch (1970)** zu erkennen.

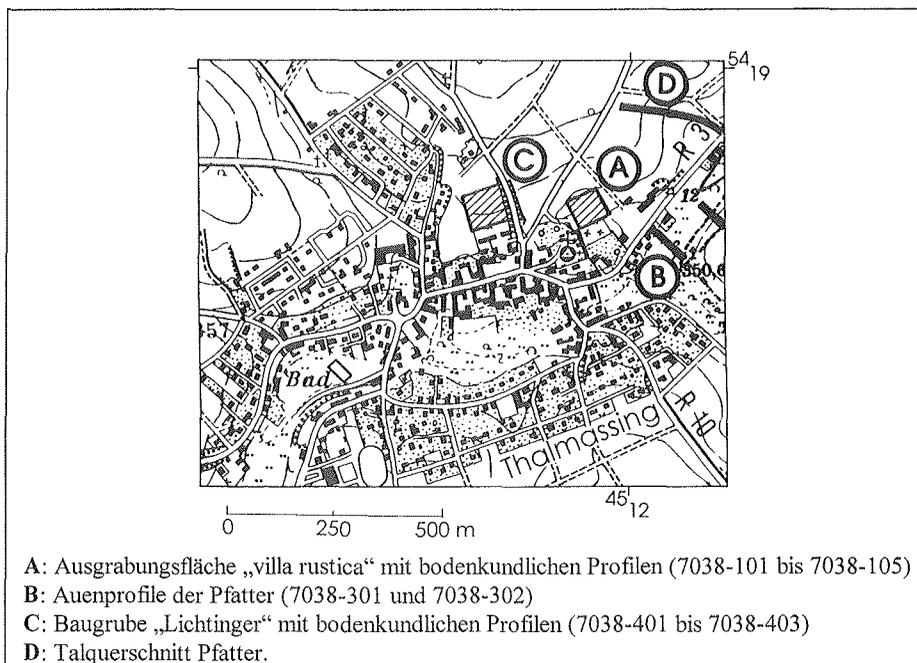


Abb. 96: Standort Thalmassing - Übersicht.

³⁰¹ Standort 10 (Abb. 5).

³⁰² Leitung der Grabung: Dr. M. Hoppe (ehemals Landesamt für Denkmalpflege, Außenstelle Regensburg).

³⁰³ **Oschmann (1958: 155)** beschreibt in Hohlwegen am nördlichen Ortsrand von Thalmassing bis zu 4m mächtige Löss- und Lößlehme. Der Löß als „primärer Löß“ ist charakterisiert durch seine Fossilführung, seinen hohen Kalkgehalt, die Schichtungslosigkeit und die senkrechten Ablösungsflächen (**Oschmann 1958: 155**).

5.2.4.1 Böden und Sedimente im unmittelbaren Bereich der villa rustica

Böden und Sedimente im Liegenden der villa rustica zeigen einen recht einheitlichen Aufbau (Abb. 97). Über einem carbonatreichen (15 bis 20% CaCO_3), im oberen Teil bereits schwach verlehnten (Tongehalte von über 20%) Würmlöß ist von der nativen Bodenbildung lediglich der Bt-Horizont erhalten geblieben. An manchen Stellen ist der Tonanreicherungshorizont der holozänen Parabraunerde erosiv auf eine Restmächtigkeit von 0,2m verkürzt, zum Teil aber auch mit einer Stärke von 0,5m noch fast vollständig erhalten. Er greift unregelmäßig, ortsweise taschenartig, in den liegenden Löß ein. An seiner Untergrenze sind oftmals Lößkindel zu finden. Lokal ist ein ehemaliges Schwarzerdestadium in den fossilisierten Bt-Horizonten der holozänen Parabraunerden zu erkennen. Sekundär ist der polyedrische Tonanreicherungshorizont stark hydromorph überprägt. Er wird fossilisiert von einem maximal 0,9m, durchschnittlich 0,6m mächtigen Kolluvium. Die präromischen Kolluvien setzen sich regelhaft durch signifikant höhere Sandgehalte sedimentologisch vom liegenden Bt-Horizont ab. Im älteren vorgeschichtlichen Kolluvium werden allerdings ähnliche Tongehalte (z.T. > 35%) erreicht wie im Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde. Dieses bräunlich-schwarze (10YR 3/2), schwach humose bis humose Kolluvium (M-Sd) zeigt starke Pseudovergleyungsmerkmale in Form flächenhafter Mangan- und Eisenausfällungen. Das im Hangenden folgende, vorgeschichtliche kolluviale Sediment (M-Sw) jüngeren Datums, ist in der Regel bei einem gleichzeitig hohen Lößcharakter etwas sandiger ausgeprägt und mit Tongehalten zwischen 20 und 25% bedeutend tonärmer als das liegende Kolluvium. Lokal finden sich zwischen diesen beiden flächenhaft auftretenden Kolluvien geringmächtige (< 0,2m), sandige (bis zu 20% Sandanteile) „Zwischensedimente“. Die Kolluvien sind durch eine dichte Verteilung von Holzkohleflittern und Hüttenlehm gekennzeichnet, während Keramik nur sehr selten auftritt³⁰⁴. Über den kolluvialen Straten setzt, das ehemalige Relief ausgleichend, ein Aufschüttungshorizont ein, der in Zusammenhang mit der Anlage des Gutshofs zu betrachten ist. Die Grundmauer des römischen Gutshofes wird ihrerseits von einem 0,5m mächtigen rezenten Ackerkolluvium fossilisiert. Dieses Kolluvium ist stark lößbeeinflusst und in sich pedogenetisch nicht weiter differenzierbar.

Schwierigkeiten bereitet die Untersuchung der Bodenbildung in den präromischen Kolluvien. Die Tongehaltsdifferenzen zwischen den jüngeren und älteren präromischen Umlagerungssedimenten liegen zwischen 5 und 12%. Teilweise sind sie auf in situ-Tonverlagerungsprozesse zurückzuführen. Der pedogenetische Prozeß wird durch schwach ausgebildete Toncutane im M-Sd-Horizont belegt. Allerdings machen es die wenigen, makroskopisch erkennbaren Anzeichen einer Toneinschwemmung im M-Sd-Horizont *unwahrscheinlich*, daß primär in situ-Bodenbildungsvorgänge zur vorliegenden Horizontdifferenzierung geführt haben. Ausschließlich im liegenden Kolluvium vorkommende Aggregatstücke aus umgelagerten Bt-Material zeigen darüber hinaus, daß die Bodenerosion bereits unterschiedliche Substrate erfaßt hat. Sie wiesen primär bereits recht hohe Tongehaltsdifferenzen auf, die nachfolgend pedogen lediglich modifiziert bzw. verstärkt wurden. Deshalb nehme ich an, daß die Tongehaltsdifferenzen zwischen den präromischen Kolluvien mehr auf differenzierte Substrateigenschaften als auf pedogenetische Veränderungen zurückzuführen sind.

Die teilweise recht hohen, doch sehr variabel verteilten Gehalte an organischer Substanz in den präromischen Kolluvien (teilweise bis 3%) sind meines Dafürhaltens auf entsprechende Organikwerte im Ausgangssubstrat zurückzuführen. Aller Wahrscheinlichkeit kamen lokal die Ah-Bt-Horizonte degradiertes Schwarzerde-Parabraunerden zur Verlagerung.

³⁰⁴ Eine in 0,6m unter der Unterkante des römischen Gutshofes liegende, grob gemagerte Keramik wurde von Dr. M. Hoppe (ehemals Landesamt für Denkmalpflege Regensburg) als neolithisch identifiziert.

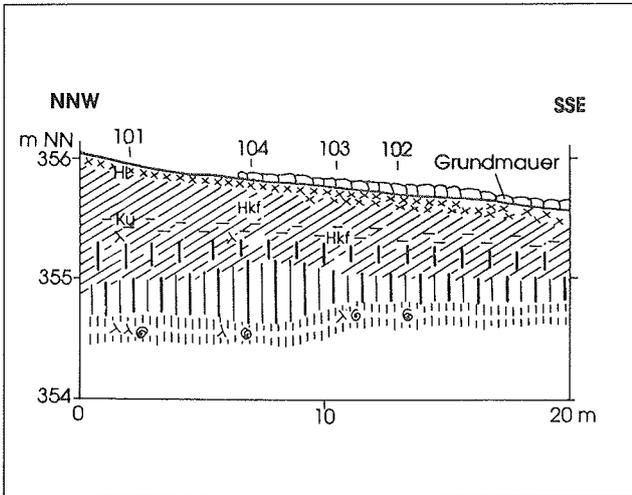


Abb. 97: Schnitt durch die Böden und Sedimente der villa rustica von Thalmassing.

Anhand von Profil 7038-101 (Thalmassing 1) kann der eben geschilderte Profilaufbau detailliert dargestellt werden (Abb. 98, Abb. 99).

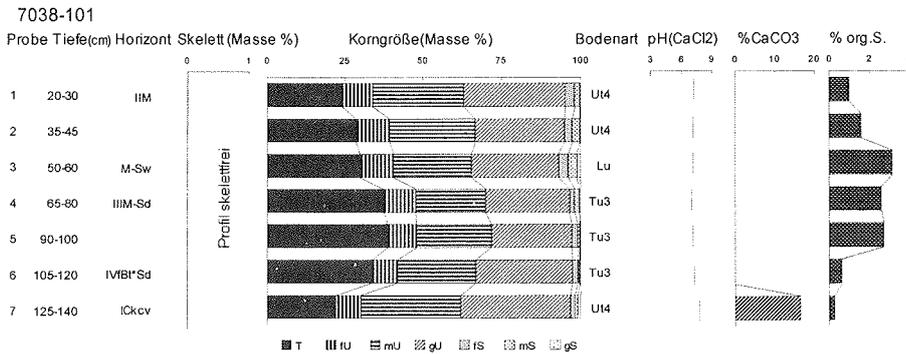


Abb. 98: Profil 7038-101 (Thalmassing 1)³⁰⁵; Laboranalytische Standardwerte.

³⁰⁵ In den Proben 101/1, /3, /4 und /7 treten Skelettgehalte von < 1% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

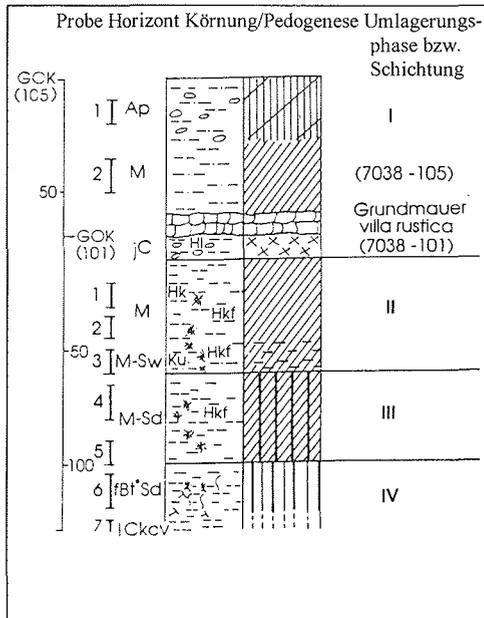


Abb. 99: Zusammengesetztes Profil (7038-101 (Thalmassing 1) und 7038-105 (Thalmassing 5)).

An der Basis des Aufschlusses, 1,25m unterhalb der Unterkante der Mauer des römischen Gutshofes, liegt ein matt gelblich-brauner (10YR 5/4), carbonatreicher, molluskenführender Würmlöß (7038-101/7) vor, der mit 22% Tongehalt bereits schwach verlehmt ist³⁰⁶. Von der postglazialen Bodenbildung im Sinne einer Parabraunerde ist nur noch ein 0,25m mächtiger, stark pseudovergleyter Bt-Horizont (7038-101/6) erhalten, der zapfenförmig in den liegenden Löß eingreift. Im Übergangsbereich zum Würmlöß treten vereinzelt Kalkausfällungen auf. Mit einem Tongehalt von knapp 34% ist der Bt-Horizont weit entwickelt. Die Anteile an organischer Substanz sind mit 0,6% sehr gering. Diskordant wird die holozäne Bodenbildung von einem 0,4m starken Kolluvium überlagert (7038-101/5 und 7038-101/4). Der bräunlich-schwarze bis schwarze (10YR 2/2 bis 10YR 2/1), schluffig-tonige M-Sd-Horizont ist sandiger und toniger als der in situ-Bt-Horizont. Darüber hinaus setzt er sich mit 2,6 bis 2,7% organischer Substanz deutlich von diesem ab. Weiter ist das Kolluvium charakterisiert durch einzelne Quarzkiese und flächenhaft auftretende Holzkohleflitter. Toncutane, die Aggregatflächen überziehen und damit auf eine Tonverlagerung hinweisen, treten vereinzelt makroskopisch sichtbar auf. Die geringen Anzeichen der Lessivierung reichen nicht aus, um die knapp 10% Tongehaltsunterschiede zum hangenden Kolluvium (7038-101/3 bis 7038-101/1) zu erklären. Hier spielen primäre Substratunterschiede eine größere Rolle. Das ältere Kolluvium ist als umgelagertes Schwarzerde-Parabraunerde-Solum zu betrachten, das am hiesigen Akkumulationsstandort durch eine nachfolgende, mengenmäßig jedoch geringe Toneinspülung modifiziert wurde. Darin finden sich zudem vereinzelt Stücke aus Tonaggregaten, die eine lokale Umlagerung des Bodensediments belegen. Bei einem Transport über längere Strecken ist ein Erhalt dieser Tonaggregate kaum denkbar. Im hangenden präromischen Kolluvium belaufen sich die Tongehalte auf 25 bis 30%. Sie sind damit eindeutig höher als in den Al- und Cv-Horizonten. Ich führe diese höheren Tongehalte auf pedogenetische Prozesse am Abtragsstandort zurück. Am Akkumulationsstandort übernimmt das Kolluvium die pedogenetische Funktion eines Lessivierungshorizontes, so daß phänotypisch das Bild einer Parabraunerde entsteht. Im hangenden Kolluvium, dessen Organikgehalte nach oben hin stark abnehmen, treten im unteren Abschnitt hydromorphe Kennzeichen in Form rostbrauner Fleckung mit flächenhaften Mangan- und Eisenoxidüberzügen auf. Ferner finden sich Holzkohleflitter und vorgeschichtliche (neolithische) Keramik konzentriert am Übergang zwischen dem IIM-Sw- und dem IIIM-Sd-Horizont. Überlagert wird das Kolluvium von einem 0,15m mächtigen Aufschüttungshorizont, auf dem die Grundmauer des römischen Gebäudes errichtet wurde.

³⁰⁶ Die durchschnittlichen Anteile der Tonfraktion an der Korngrößenverteilung liegen bei Thalmassing im schwach verwitterten Löß bei 18 bis 19%, die Carbonatgehalte bei etwa 25%.

Profil 7038-105 (Thalmassing 5) befindet sich in 358m NN etwa 15m nördlich von Profil 7038-101 und ist dem erhaltenen Rest der römischen Mauer aufgesetzt (Abb. 99, Abb. 100).

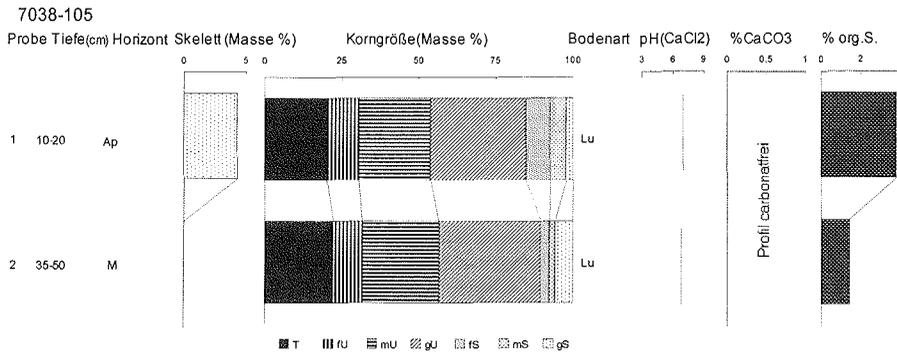


Abb. 100: Profil 7038-105 (Thalmassing 5): Laboranalytische Standardwerte.

Als Bodentyp findet sich ein 0,6m mächtiger Kolluvisol (Ap-M-Profil), der pedogenetisch nicht weiter zu differenzieren ist. Sowohl der dunkelbraune (10YR 3/3) Ap-, als auch der matt gelblich-braune (10YR 5/4) M-Horizont sind aus carbonatfreien, schluffig-lehmigen, lößdominierten Kolluvien entstanden. Es ist davon auszugehen, daß unter der gegenwärtigen agrarischen Nutzung (Maisanbau z. Zt. der Profilaufnahmen) an diesem mit 2° nach Südost geneigten Hang ein wechselndes Geschehen von Abtragung und Sedimentation herrscht. Die anthropogen induzierte Morphodynamik und die fehlende Vegetationsbedeckung verhindern eine weiterführende Pedogenese (vgl. u.a. Bork 1988).

Das prä-römische, humose, wahrscheinlich schwarzerdebürtige Umlagerungssediment nimmt nur geringe Flächenanteile ein. Es zeichnet eine zum heutigen Hang quer verlaufende Mulde nach. Außerhalb dieser fossilen Muldenform tritt zwar ein vergleichbarer Aufbau der kolluvialen Sedimente zutage, die Humusgehalte sind jedoch bedeutend geringer.

Profil 7038-102 (Thalmassing 2) befindet sich kaum mehr als 10m südlich (hangabwärts) von Profil 7038-101 und wird ebenfalls von den römischen Grundmauern fossilisiert (Abb. 97, Abb. 101).

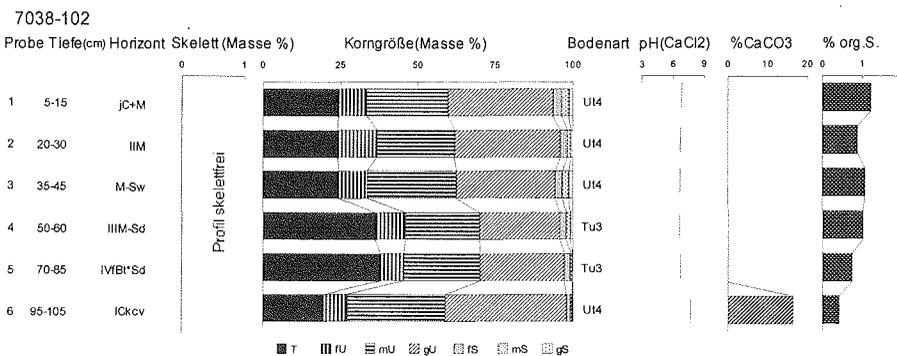


Abb. 101: Profil 7038-102 (Thalmassing 2)³⁰⁷: Laboranalytische Standardwerte.

³⁰⁷ In den Proben 102/1, /2, /4 und /6 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

Ab einer Tiefe von 0,9m ist der carbonatreiche, tonig-schluffige, von Molluskensplintern durchsetzte Würmlöß (7038-102/6) aufgeschlossen. In den liegenden Löß greift zapfenförmig der matt braune (7,5YR 5/4), stark pseudovergleyte, polyedrisch strukturierte Bt-Horizont der holozänen Bodenbildung (7038-102/5). Er ist kaum mehr als 0,2m mächtig und wird diskordant von einem schluffig-tonigen, dunkelbraunen (10YR 3/3) M-Sd-Horizont als älterem prä-römischen Kolluvium gekappt und fossilisiert. Das Kolluvium setzt sich über Holzkohleflitter, einzelne Quarzkiese, die regellos in der Matrix verteilt sind, höhere Sandgehalte und etwas mehr organischer Substanz vom liegenden, in situ-Bt-Horizont ab (7038-102/4). Die Organikanteile liegen mit 1,0% zwar über jenen des nativen Bt-Horizontes (0,7%), erreichen aber bei weitem nicht die Werte im Profil 7038-101 (knapp 3%). Das jüngere, vorgeschichtlich kolluvial umgelagerte Sediment (7038-102/3 und 7038-102/2) zeichnet sich durch markante Texturinhomogenitäten aus: Tonigere Partien finden sich in einer lehmig-schluffigen bis tonig-schluffigen Matrix. Neustartig angereichert treten Quarzkiese (Kantenlänge < 2cm) auf. Ferner finden sich örtlich Konzentrationen an Hüttenlehm und Holzkohleflittern. Im Vergleich zu Profil 7038-101 weist das Sediment geringere Tongehalte auf³⁰⁸.

Zwischen dem älteren und dem jüngeren Kolluvium tritt eine Diskordanz auf. Diese läßt sich in Profil 7038-104 (Thalmassing 4) (vgl. Kap. 9.1.6.1) belegen: Zwischen den ubiquitär auftretenden stratigraphischen Einheiten des jüngeren und älteren vorgeschichtlichen Kolluvium ist ein 0,2m dickes „Zwischensediment“ eingeschaltet. Es ist stärker sandig ausgeprägt (18% Sandanteil), wobei besonders die hohen Mittelsandwerte von 11,4% ins Auge fallen. Sie sind als Indiz für den Einfluß der tertiären Feldspatsande zu werten, die auf den nördlichen Höhen des Pfattertales bereits in geringer Tiefe anstehen (**Oschmann 1958**). Damit zeigen sie meiner Ansicht nach ein kurzfristig gewandeltes Einzugsgebiet der kolluvialen Sedimente an.

In den Kolluvien der Profile 7038-102 bis 7038-104 finden sich im Gegensatz zu Profil 7038-101 keine Hinweise auf umgelagertes Schwarzerdesolum. Die Differenzierung zwischen jüngerem und älterem prä-römischen Sediment ist auch in diesen Profilen vorwiegend auf die Beschaffenheit des Ausgangsmaterials zurückzuführen. Pedogenetische Prozesse vor Ort sind zwar nachweisbar, reichen jedoch zur Erklärung der hohen Tongehaltsunterschiede bei weitem nicht aus.

Auch die liegenden Bt-Horizonte, die den Erosionsrest der holozänen Parabraunerde darstellen, sind nicht völlig einheitlich ausgebildet. Anteile an organischer Substanz von 1% und mehr im fBt*Sd-Horizont sind als Hinweise auf ein reliktsches Schwarzerdestadium zu bewerten, da Bt-Horizonte ohne diese Entwicklung lediglich 0,5 bis 0,7% an Organikgehalten aufweisen.

Tonmineralogische Untersuchungen zeigen folgende Zusammensetzung der Tonmineralgarnitur der Fraktion < 2µm in Profil 7038-102 (Abb. 102, Abb. 103, Abb. 104):

Die magnesiumbelegten Tonpräparate belegen nach unten hin eine relative Zunahme der 1,4nm-Minerale. Sie kommt besonders im Würmlöß zum tragen (Abb. 102). Weitungserscheinungen sind im jüngeren Kolluvium (7038-102/3 und 7038-102/2) nur angedeutet (Abb. 103). Da die Kaliumbelegung (Abb. 104) eine vollständige Kontraktion der 1,4nm-Minerale zeigt, ist von einem (hoch geladenem) Vermiculit als fast ausschließliche 1,4nm-Komponente zu sprechen. Ferner treten nur noch Illite und Kaolinite im Tonmineralspektrum der jüngeren prä-römischen Kolluvien auf. Der Anteil quellfähiger 1,4nm-Minerale steigt zu tieferen Horizonten kontinuierlich an. Kontraktionsbehinderungen sind nicht sehr augenscheinlich. Als eigenständiges 1,4nm-Mineral ist (primärer) Chlorit lediglich im liegenden Würmlöß in Spuren nachzuweisen. Die Kontraktionsbehinderungen im IIIM-Sd- und im IVfBt*Sd-Horizont sind eher auf die smectitische Komponente der quellfähigen 1,4nm-Minerale zurückzuführen. Als Schichtungsnachweis können Tonminerale in diesem Profil *nicht* herangezogen werden. Mit Ausnahme des primären Chlorites im Löß können die auftretenden vertikalen Verschiebungen in der Tonmineralzusammensetzung ohne weiteres pedogenetisch im Sinne einer Illitisierung nach **Niederbudde (1975)** erklärt werden.

³⁰⁸ Die Tongehalte belaufen sich auf ca. 24%.

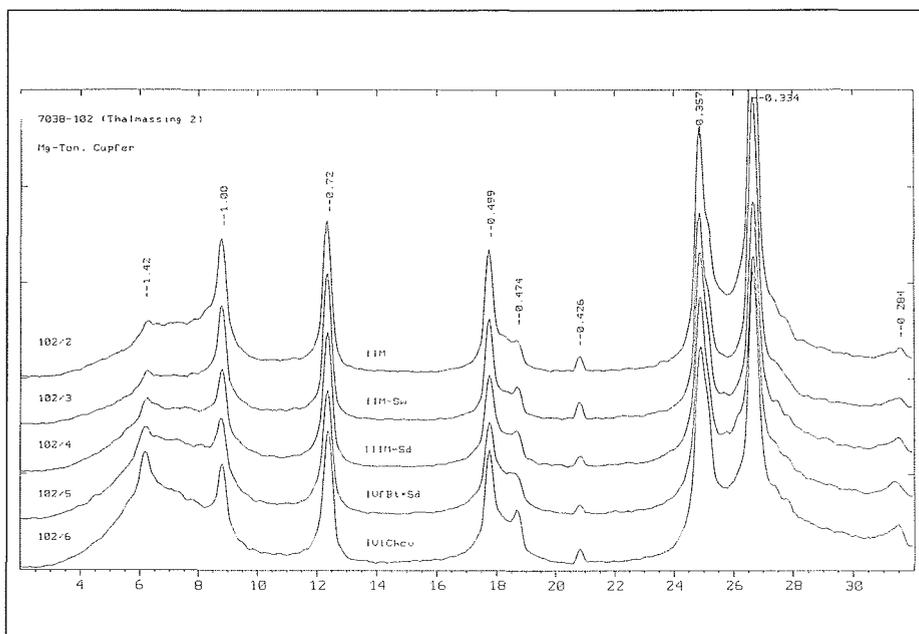


Abb. 102: Diffraktogramme des Profils 7038-102 (Thalmassing 2): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).

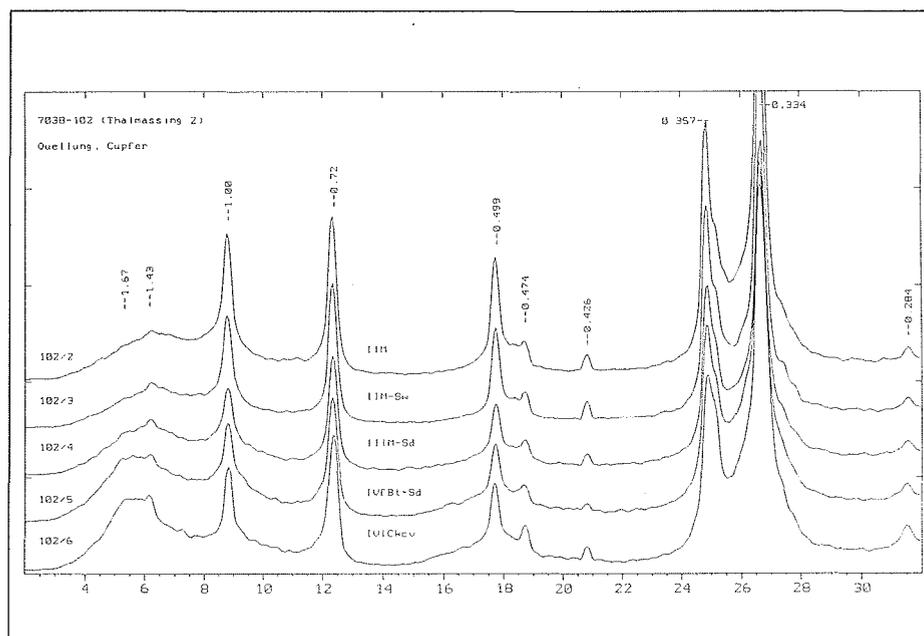


Abb. 103: Diffraktogramme des Profils 7038-102 (Thalmassing 2): Quellungspräparate (Tonfraktion < 2µm).

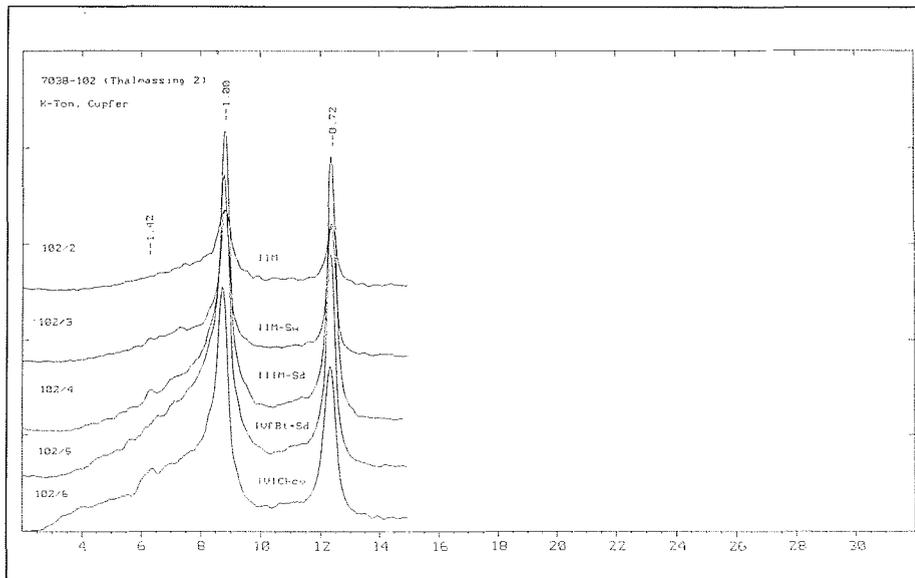


Abb. 104: Diffraktogramme des Profils 7038-102 (Thalmassing 2): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion <math>< 2\mu\text{m}</math>).

Die Untersuchung der vorgeschichtlichen Umlagerungshorizonte im Liegenden einer römischen villa rustica belegt in der Hangverflachung eines Mittelhangs eine flächenhafte Akkumulation von Kolluvien in einer Mächtigkeit zwischen 0,5 und 1,0m. Vor Ablagerung dieser Kolluvien war bereits ein Teil der holozänen Bodenbildung erodiert, so daß nur noch die bereits ausgereiften Bt-Horizonte³⁰⁹ der holozänen Parabraunerde erhalten blieben.

Fossilisiert wird der Erosionsrest der holozänen Bodenbildung von einem älteren vorgeschichtlichen Kolluvium, das vorwiegend aus umgelagerten Bt-Material, in Muldenpositionen auch aus dem Ah-Bt-Material einer Schwarzerde-Parabraunerde stammt. Es war sekundär einer starken Hydromorphierung unterworfen. Dieses umgelagerte Bodensediment weist Tongehalte auf, die dem der fossilisierten Bt-Horizonte entsprechen. Zu einem großen Anteil sind die Tongehalte bereits auf das kolluviale Ausgangsmaterial (Bt-Horizonte) zurückzuführen. Nur untergeordnet spielen pedogenetische Prozesse vor Ort im Sinne einer Lessivierung eine Rolle. Der pedogenetische Prozeß wird sichtbar an Toncutanen, die die Aggregatoberflächen im Kolluvium überziehen und zudem vorwiegend von Eisen- und Manganausfällungen nachgezeichnet werden. Das jüngere vorgeschichtliche Kolluvium weist deutlich geringere Tongehalte auf. Es ist von einer Decarbonatisierung und Verlehmung dieses Sediments am *Abtragungsstandort* auszugehen, da Hinweise auf Carbonatausfällungen, so an der Grenze zum liegenden Kolluvium oder zum fossilen Bt-Horizont fehlen. Am Akkumulationsstandort vermitteln diese kolluvialen Sedimente den Eindruck einer Phäno-Parabraunerde. Da jedoch die Substratmerkmale dominierender sind als die pedogenetischen Translokationsprozesse, ist von einer demgemäßen Horizontdifferenzierung abzusehen. Das Alter der präromischen Umlagerungen ist nicht eindeutig bekannt. Im Grenzbereich zwischen älterem und jüngeren Kolluvium ist neolithische Keramik konzentriert, so daß das liegende Kolluvium

³⁰⁹ Zum Teil ebenfalls bereits erosiv verkürzt.

möglicherweise noch ins Neolithikum gestellt werden kann. Für das jüngere Kolluvium bleibt als Ablagerungszeitraum die Spanne von (post)neolithisch bis (prä)römisch.

Überlagert wird der römische Gutshof von durchschnittlich 0,5m mächtigen rezenten Kolluvien, die im Mittelhang unter der gegenwärtigen Ackernutzung einer ständigen Umlagerung unterworfen sind. Bodenbildung tritt in diesen Kolluvien nicht auf.

Etwa 100m nordwestlich der römischen villa rustica war im Zuge eines Bauvorhabens kurzfristig eine mehr als 100m lange Profilwand aufgeschossen. Diese Profilwand befand sich in einer morphologisch vergleichbaren Lage zum Aufschluß an der römischen villa rustica.

5.2.4.2 Aufbau der Böden und rezenten Hangkolluvien bei Thalmassing

Als Profilaufbau zeigt sich in dieser Baugrube (Abb. 105) im Liegenden eine fossile, teilweise pseudovergleyte Bodenbildung im Würmlöß. Deren Tongehalte liegen bei 27 bis 28% gegenüber 18 bis 20% im Löß und die aus der sekundären Aufkalkung durch den Hangendlöß abzuleitenden Carbonatgehalte belaufen sich auf weit unter 10%. Darüber setzt ein carbonatreicher, gelblich-brauner (10YR 5/6), tonig-schluffiger, grobschluffdominierter Jungwürmlöß ein. In den Löß greift aus dem Hangenden wellenförmig der stellenweise stark hydromorph überprägte Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde, der in Mächtigkeiten zwischen 0,3 und 0,6m erhalten ist. Er weist Tongehalte zwischen 35 und 40% auf. Im südlichen Teil des Aufschlusses war in den Bt-Horizont eine urnenfelderzeitliche Grube eingetieft³¹⁰. Überlagert ist der Tonanreicherungshorizont von sehr schwach humosen, lößbeeinflussten, carbonatfreien Kolluvien, die maximal 1,0m mächtig sind, hangabwärts jedoch stark ausdünnen (vgl. Abb. 105). Die kolluvialen Sedimente sind ausschließlich subrezent bis rezenten Alters (moderne Ziegel etc.) und präsentieren sich insgesamt sehr homogen.

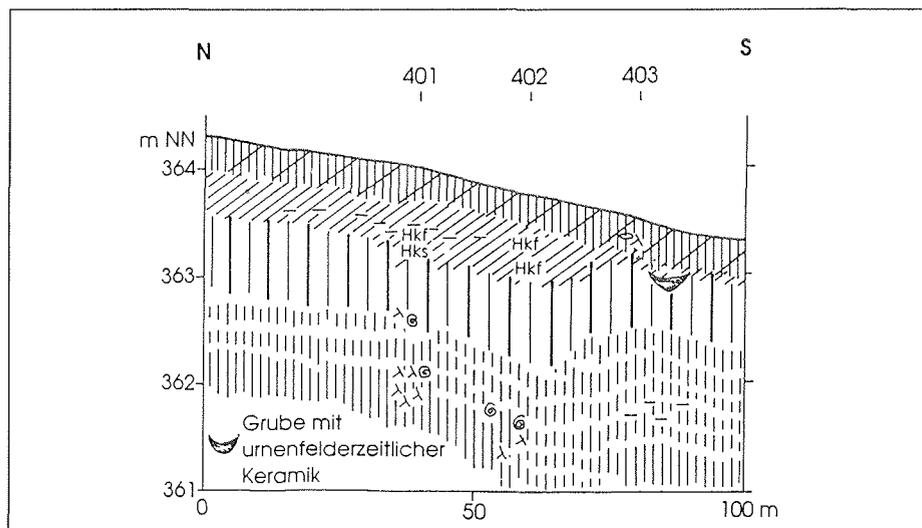


Abb. 105: Baugrubenaufschluß bei Thalmassing - rezente Kolluvien.

³¹⁰ Bearbeitung: L. Preindl (Landesamt für Denkmalpflege Regensburg). Zur urnenfelderzeitlichen Besiedlung bei Thalmassing vgl. Schopper (1989).

214 5 Ergebnisse

Profil 7038-401 (Lichtinger 1) befindet sich in einer Höhe von 364m an diesem südexponierten, mit 3° geneigten Mittelhang (Abb. 106).

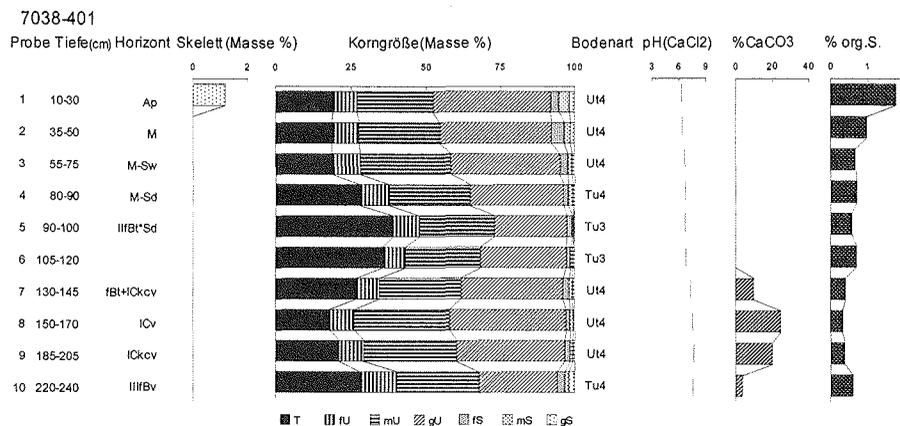


Abb. 106: Profil 7038-401(Lichtinger 1)³¹¹; Laboranalytische Standardwerte.

In einer Tiefe von 2,1 bis 2,4m+ ist die fossile Verbraunung und Verlehmung im Würmlöß zu identifizieren. Die Bodenbildung (7038-401/10) ist hydromorph beeinflusst mit kennzeichnenden Eisen- und Mangan-konkretionen; alte Wurzelbahnen sind mit Mangan- und Ton-Humus-Auskleidungen überzogen. An der Obergrenze treten konzentrierte Ansammlungen von Lößkindeln auf. Mit 27% Tongehalt ist die Verlehmung recht kräftig ausgebildet und mit den als Mittelwürmböden im Sinne von **Buch & Zöller (1990)** angesprochenen Bildungen der Standorte Seedorf (Kap. 5.2.1) und Eggfing-Hochterrasse (Kap. 5.2.2.2) zu konnektieren. Überlagert wird die ca. 0,3m mächtige, interstadiale Bodenbildung von einem 0,7m mächtigen Jungwürmlöß. Der Löß ist in seinem basalen Teil (7038-401/9) stärker durch Mollusken und Lößkindel charakterisiert. Er weist Carbonatgehalte zwischen 20 und 25% auf und zeigt die typisch gelblich-braune (10YR 5/6) Farbe. In den Löß greift zapfenartig (7038-401/7) der Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde. Der braune (7,5YR 4/4 bis 7,5YR 4/6) Bt-Horizont (7038-401/6 bis 7038-401/5) ist stark pseudovergleyt, was sich vorwiegend in flächenhaften Manganüberzügen dokumentiert. Mit einer Restmächtigkeit von 0,4m ist er nur schwach erosiv verkürzt. Die Tongehalte zwischen 35 und 39% unterscheiden sich *nicht* von den Tongehalten der vorgeschichtlichen Bt-Horizonte unter der villa rustica (vgl. Kap. 5.2.4.1).

Fossilisiert wird der sehr schwach humose fBt*Sd-Horizont von einem 0,9m mächtigen Kolluvium, das in seinem liegenden Abschnitt (7038-401/4) etwas toniger ausgebildet ist. Darin sind schwach entwickelte Toncutane erkennbar. Nach oben hin nimmt die Hydromorphierung des kolluvialen Substrates ab. Zugleich steigen die Sandgehalte von knapp 4 auf etwa 8% an. Es zeigt sich, daß in den carbonatfreien, tonig-schluffigen Kolluvien geringe Anteile an Bt-Material eingearbeitet sind. Holzkohleflitter und Holzstücke zeugen vom Umlagerungscharakter der Sedimente. Etwa 50m hangabwärts laufen die M-Horizonte aus. Lediglich ein aus umgelagerten Löß- und Bt-Material hervorgegangener Ap-Horizont überdeckt den mit 0,6m noch fast vollständig erhaltenen Bt-Horizont.

Im Vergleich zum hangenden prä-römischen Kolluvium der villa rustica sind sedimentologisch keine größeren Unterschiede festzustellen. Sowohl neuzeitliche als auch vorgeschichtliche Kolluvien sind sandarm, grobschluffdominiert und weisen Tongehalte zwischen 20 und 30% auf. Lediglich die Gehalte an organischer Substanz differenzieren die Sedimente etwas voneinander: Die vorgeschichtlichen Umlagerungsprodukte sind humoser. Ferner spielen pedogenetische Prozesse in den vorgeschichtlichen Sedimenten eine spürbar größere Rolle.

³¹¹ In den Proben 401/2, /6, /7, /9 und /10 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

Aus den vorgestellten Aufschlußsituationen wird deutlich, wie stark sich bereits in vorgeschichtlicher Zeit an den südexponierten Hängen des Pfattertales die menschlichen Eingriffe auf die Boden- und Landschaftsentwicklung auswirken. Bereits Bt-Horizonte sind lokal prähistorisch der Bodenerosion unterworfen. Vorgeschichtliche Kolluvien waren unzweifelhaft weiter verbreitet als sie heute nachzuweisen sind. In morphodynamisch aktiven Mittelhangabschnitten sind sie jedoch erneut abgetragen und von jüngeren Kolluvien überdeckt worden.

5.2.4.3 Talquerschnitt durch das Pfattertal mit Aufbau der Auen sedimente

Im folgenden wird anhand eines synoptischen Talquerprofils (Abb. 107) der geomorphologisch-bodenkundliche Ist-Zustand an den Hängen des Pfattertales beschrieben. Anschließend werden exemplarisch Profile aus der Pfatterraue vorgestellt, um zu sehen, inwieweit sich die an den Hängen deutlichen prähistorischen anthropogenen Eingriffe auch in der Auenlehmlagerung bemerkbar machen (Abb. 108).

Der Profilschnitt durch das Pfattertal zeigt sowohl die pleistozäne Reliefasymmetrie als auch die anthropogen bedingte Verkürzung der Böden deutlich (Abb. 107). Die süd- bis südostexponierten Talhänge sind durchgängig mit Löß überkleidet, während die nord- bis nordwestexponierten Talflanken im oberen Teil durch Lößlehmfließerden mit unterschiedlichen Tertiäranteilen und im unteren Teil durch geringmächtige Auflagen von carbonathaltigem Löß charakterisiert sind. Auf beiden Hangseiten sind die Böden durchgängig erosiv verkürzt, lediglich im unter Fichtenforst stehenden Oberhangprofil der südlichen Talseite ist eine kaum verkürzte holozäne Parabraunerde aus Lößlehmfließerde erhalten. Die Profilverkürzungen sind auf den südostexponierten Hängen in der Regel stärker. Als Bodentypen sind Kolluvisole entwickelt, wobei die M-Horizonte zumeist carbonatfrei sind. Bt-Reste der holozänen Parabraunerden kommen nur noch punktuell und wenn, stark erosiv verkürzt vor. Sie sind an bestimmte Reliefpositionen wie Hangverflachungen und -mulden gebunden. Carbonathaltiger Löß steht in Tiefen zwischen 0,3 und 0,6m unter der Geländeoberkante an.

Auf der solifluidal geprägten, teilweise unter Grünlandnutzung stehenden nordexponierten Hangseite ist die Profilverkürzung weniger stark ausgeprägt. Bt-Horizonte treten noch mehrfach auf, wobei Ap-Horizonte in ihnen entwickelt sein können. Die Akkumulation kolluvialer Sedimente führt zu einer grundsätzlichen Abnahme der Reliefenergie. Konsequenterweise haben sich im Auenbereich der Pfatter bis zu etwa 2m mächtige, carbonatfreie Auenlehme abgelagert.

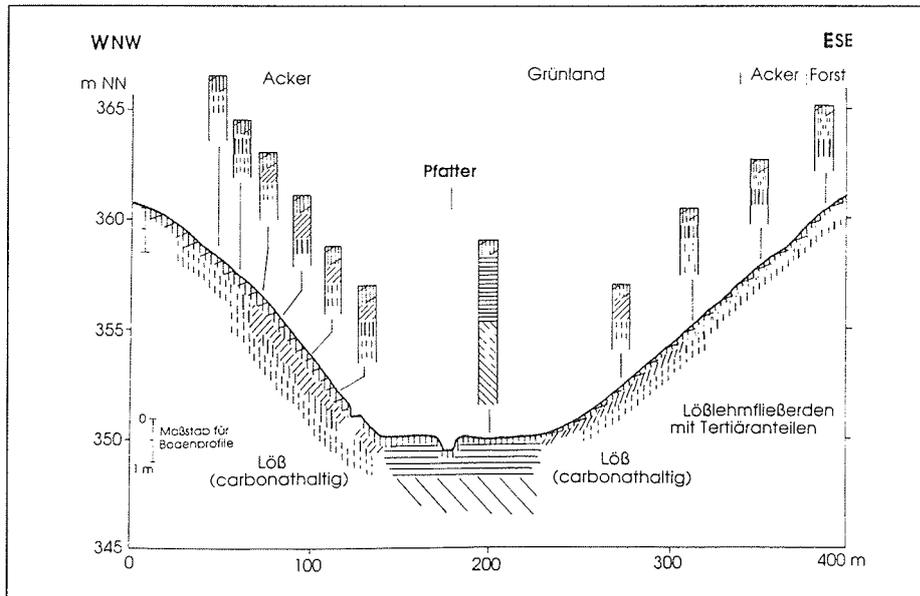


Abb. 107: Querschnitt durch das Pfattertal östlich von Thalmassing.

Das Bohrprofil 7038-301 (Pfatter 1), in 350m NN in der Aue befindlich, zeigt beispielhaft den typischen Aufbau der Auenlehme der Pfatter bei Thalmassing (Abb. 108, Kap. 9.1.6.3). In Profil 7038-301 nicht mehr erfaßt, tritt in einer Tiefe von 5,2m (vgl. Profil 7038-302 (Pfatter 2), Kap. 9.1.6.3) die Quartärbasis in Form der kretazischen Weilloher Mergel im Sinne von **Oschmann (1958)** auf. Der Weilloher Mergel wird von einem 4,5m mächtigen Löß- und Lößlehmpaket überdeckt, das in sich weiter stratifizierbar ist. In Profil 7038-301 ist mit der Probe 301/9 noch die Obergrenze des Lösses erbohrt. Darüber folgen 2,2m mächtige Auenlehme. Die Auenlehme sind in der Matrix carbonatfrei, sie führen jedoch lagenweise mergelige Skelette des Weilloher Mergels bzw. Molluskensplitter aus umgelagerten Lösssedimenten. Mit Hilfe der granulometrischen Kennwerte ist die Auenlehmsedimentation im Pfattertal in vier Ablagerungsphasen zu untergliedern. Hinweise auf das Alter der Sedimente sind allerdings nicht gegeben. Die Auenlehme setzen mit einem basalen schluffigen Ton ein, der sehr stark lößbeeinflusst ist (7038-301/8 und 7038-301/7). Dieses Sediment führt stellenweise Molluskensplitter und Holzkohlefitter. Die Abgrenzung der Auenlehme von möglicherweise entcarbonatisierten Lössen ist nicht eindeutig. Über dem ca. 0,7m mächtigen, sehr schwach humosen Paket folgt ein ca. 0,5m mächtiger schluffiger Lehm (7038-301/6 und 7038-301/5), der sich durch seine hohen Sandgehalte von 20 bis 25% eindeutig vom liegenden Sediment abgrenzen läßt. Mit den recht hohen Mittelsandgehalten wird auf die tertiären Feldspatsande als Mitlieferant hingewiesen³¹². Dieser Auenlehm ist sehr schwach humos, Lößeinfluß bleibt unverkennbar. Das Sediment liegt im rezenten Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels der Pfatter. Abgelöst wird es von einem 0,4m mächtigen, leicht humoseren (Gehalte an organischer Substanz zwischen 1,0 und 1,5%), tonig-schluffigen Sediment (7038-301/4 und 7038-301/3) mit hohem Lößeinfluß und deutlich geringeren Sandgehalten. Neben Holzkohlefittern treten Bruchstücke des Weilloher Mergels auf³¹³. Der IIaM-Horizont wird nach oben hin durch einen wieder sandigeren Auenlehm (bodenartig ein toniger bis lehmig-sandiger Schluff) abgelöst. In den obersten Partien ist der jüngste Auenlehm der Pfatter durch neuzzeitliche Ziegel gekennzeichnet. Die Böden der Pfatteraue sind durchgängig als Vega anzusprechen.

³¹² Südwestlich von Thalmassing reichen die Feldspatsande bis an die Aue der Pfatter heran (vgl. **Oschmann 1958**).

³¹³ Die Weilloher Mergel stehen am südlichen Talrand der Pfatter an mehreren Stellen an (vgl. **Oschmann 1958**).

Der Aufbau der carbonatfreien, aber stark lößbeeinflussten Auenlehme der Pfatter belegt einen mehrgliedrigen Ablagerungszyklus. Fossile Bodenbildungen sind in den Auenlehmen nicht nachzuweisen. Desweiteren fehlen datierende Hinweise, so daß nur Gesamtmächtigkeiten der Auenlehme von ca. 2m beschrieben werden können, deren Alter jedoch unbestimmt bleibt.

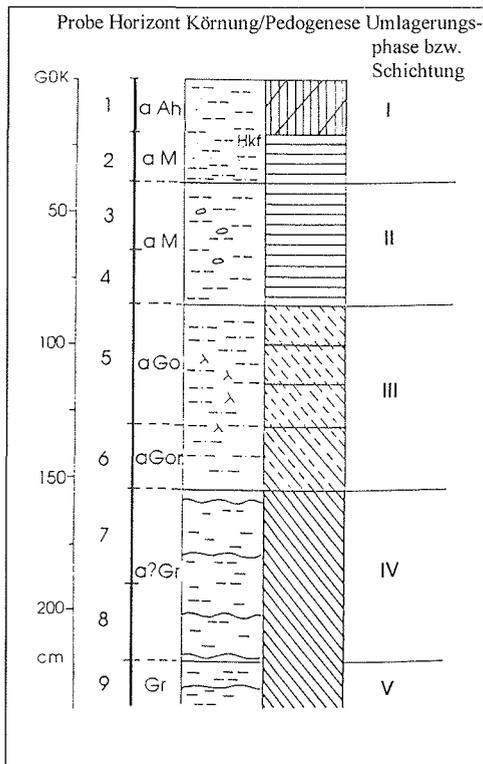


Abb. 108: Profil 7038-301 (Pfatter 1).

5.2.4.4 Thalmassing - Zusammenfassung und Diskussion

Bei Thalmassing im Pfattertal können unter einer römischen villa rustica verschiedene, sedimentologisch trennbare (Abb. 109), vorgeschichtliche Kolluvien festgestellt werden.

Die kolluvialen Sedimente belegen eine außergewöhnlich starke präromische Landnutzung, die in Hangverflachungen im Mittelhangbereich zur Ablagerung bis zu knapp 1m mächtiger Kolluvien geführt hat. Die Ablagerung der Sedimente orientiert sich an einem Paläorelief (flache Mulden), das mit der heutigen Oberflächenmorphologie nicht mehr zu verbinden sind. In den Kolluvien lassen sich zweifelsfrei pedogene Prozesse im Sinne einer Tonverlagerung belegen, die auf vorgeschichtliche morphodynamische Stabilitätsphasen hinweisen. Allerdings bleiben meines Erachtens die substratbedingten Unterschiede gegenüber den pedogenetischen Transformations- und Translokationsprozessen dominierend. Sowohl in den vorgeschichtlichen Kolluvien als auch - in abgeschwächter Form - in den fossilisierten und erosiv verkürzten Bt-Horizonten der holozänen Parabraunerden finden sich örtlich Hinweise auf ein ehemaliges Schwarzerdestadium. Erneut handelt es sich um reliefbedingte Sonderstandorte (vgl. Kap. 5.2.2, Standort Egglfing). Darüber hinaus läßt sich zeigen, daß dort, wo an den mit 2 bis 5° geneigten südexponierten Talhängen keine Fossilierung der vorgeschichtlichen Umlagerungssedimente erfolgt ist, *ausschließlich* rezente Kolluvien über den erodierten Bt-Horizonten vor-

zufinden sind. Ältere, vorgeschichtliche Kolluvien sind an den entsprechenden Reliefpositionen bereits erneut flächenhaft erodiert worden. In den Bt-Horizont eingetiefte Gruben aus der Urnenfelderzeit sind im Zuge jüngerer Umlagerungen zum Teil erosiv zerstört worden.

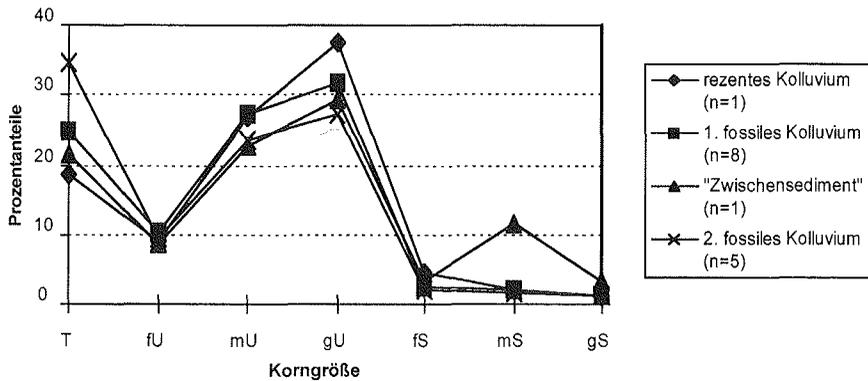


Abb. 109: Korngrößenverteilungen kolluvialer Sedimente bei Thalmassing.

Die Pfatter weist bis mehr als 2m mächtige Auenlehme auf, die in vier, deutlich trennbaren, Phasen zur Sedimentation gelangt sind (Abb. 110).

In den Auenlehmen, in denen regelhaft eine Vega entwickelt ist, machen sich die unterschiedlichen Substrate im Flußeinzugsgebiet bemerkbar. Leider gibt es in den carbonatfreien, meist schwach humosen Auensedimenten keine archäologischen und pedologischen Hinweise auf das Alter der Sedimentation, so daß weiterführende Aussagen ausbleiben müssen.

Deutlich wird aber der hohe anthropogene Einfluß auf die Landschaftsentwicklung. An den Hängen hat er bereits vorgeschichtlich, möglicherweise schon im Neolithikum, zu starken Veränderungen geführt. Die Bewertung des prähistorischen Einflusses auf die Auenlehmlagerung im Pfattertal muß gegenwärtig noch offen gelassen werden.

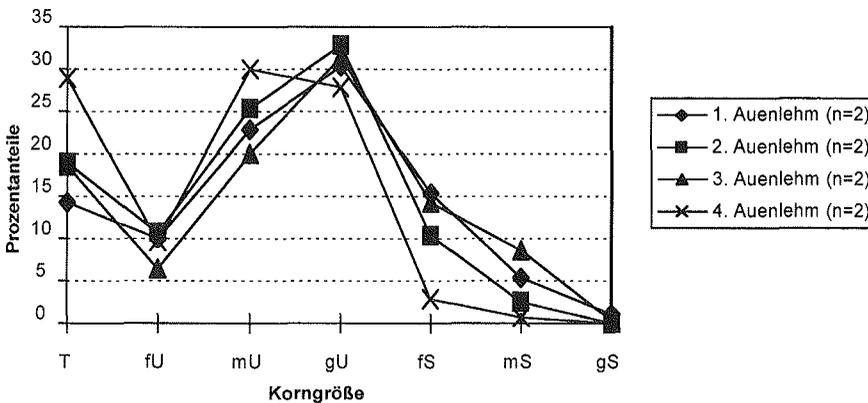


Abb. 110: Granulometrische Gliederung der Auenlehme der Pfatter.

5.2.5 Holozäne Relief- und Bodenentwicklung im Lößhügelland südlich von Regensburg - Synthese

Für das Verständnis vorgeschichtlicher Boden- und Reliefentwicklung steht die Frage nach den auslösenden und steuernden Faktoren im Zentrum der Überlegungen. Ferner bleiben Aussagen zum Ausmaß und zum Alter vorgeschichtlicher Bodenerosion bedeutsam. Auf Grundlage der Ergebnisse unabhängig voneinander bearbeiteter Standorte im Lößhügelland südlich von Regensburg ist eine hohe raum-zeitliche Variabilität (Asynchronität der Landschaftsentwicklung im Sinne von **Burrin & Scaife (1988)**) der geomorphodynamischen Aktivität (mindestens) seit dem Neolithikum dokumentierbar. Die raum-zeitliche Differenzierung ist ursächlich mit den anthropogenen Eingriffen in den Landschaftshaushalt (Ackerbau etc.) zu verknüpfen. Dadurch ist die, natürlicherweise für das Holozän zu fordernde Formungsruhe (**Völkel 1995**) in der Altsiedellandschaft bei Regensburg spätestens mit dem einsetzenden Neolithikum beendet, wenn auch anfänglich nur mit lokalen Auswirkungen.

Folgerichtig zeigen die untersuchten Hänge und Hangformen „individuelle Entwicklungen“, denen außer einer langfristig wirksam werdenden erheblichen *Verminderung* der Reliefenergie und einem *Ausgleich* pleistozäner Reliefformen (Dellen) nur wenig gemeinsam ist.

Eindeutig belegbar sind ausgeprägte vorgeschichtliche Linearerosionen (u.a. Nordhang der Kleinen Laaber, Seedorf), die regelhaft zur Ausräumung der holozänen Bodenbildung geführt haben (vgl. **Bork & Rohdenburg 1979**). Vorgeschichtliche Linearerosion tritt im Untersuchungsgebiet zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf. Das Auftreten erosiv wirksamer Niederschläge und daraus abzuleitender linearer Abtragung ist damit im Gegensatz zu **Bork (1989)** auch in vorgeschichtlicher Zeit eindeutig und zweifelsfrei belegt. Von einer generell geringen vorgeschichtlichen Zerrungsgefahr zu sprechen (**Thiemeyer 1988**), erscheint deshalb problematisch. Dennoch verbietet es sich aus dem Erscheinungsbild linearer vorgeschichtlicher Bodenerosion klimatische Effekte abzuleiten. Die absolut datierte Runsenbildung bei Seedorf um 3000 BP (^{14}C) findet zwar eine ungefähre zeitliche Entsprechung in den Befunden von **Lüning et al. (1971)** und fällt darüber hinaus mit der allgemein anerkannten (subboreal)-subatlantischen Klimaverschlechterung zwischen 3000 und 2500 BP (^{14}C) zusammen (u.a. **Beug 1982, van Geel et al. 1996**)³¹⁴, eine klimatische Interpretation im Sinne von **Bork & Bork (1987)** verbietet sich jedoch schon allein durch die Singularität des Befundes im Untersuchungsgebiet. Außer am Standort Seedorf kann diese Linearerosion *nirgends* nachgewiesen werden. Übergeordnet nimmt die *denudative* Abtragung landschaftsformende Ausmaße an.

Vorgeschichtliche Bodenerosion ist im Untersuchungsgebiet zu verschiedenen Zeiten nachgewiesen, wobei die Sedimente aufgrund fehlender absoluter Altersbestimmungen nicht immer exakt datiert werden können. Die geringe Befunddichte muß zum jetzigen Zeitpunkt offen lassen, ob sich im Lößhügelland bestimmte vorgeschichtliche Epochen als besonders „erosionsfördernd“ herausstellen.

Ohne Zweifel hat sich die vorgeschichtliche Bodenerosion nicht nur auf die leicht erodierbaren A1-Horizonte beschränkt. Auch Bt-Material und tertiäre Sedimente sind, wenn auch nur lokal nachweisbar, bereits in vorgeschichtlicher Zeit der Bodenerosion unterworfen gewesen.

Steuernd erweist sich neben dem anthropogenen Faktor, der in der jeweiligen Agrartechnik zum Tragen kommt, das pleistozän geformte Relief. Kleinere Dellen sind bereits in vorgeschichtlicher Zeit oftmals völlig verfüllt. Dadurch entsteht der Anschein, als sei die vorgeschichtliche Bodenerosion zwar quantitativ mit der historisch-modernen nicht zu vergleichen, habe aber einen vergleichsweise höheren Anteil an der holozänen „quasinatürlichen Reliefumformung“. Reliefpositionen, die in vorgeschichtlicher Zeit eine lokale Erosionsbasis dar-

³¹⁴ Vgl. dazu auch Phase 4 in Tab. 3 (Kap. 2.1.1).

stellen, werden nachfolgend nur noch als Durchgangs-Akkumulations-Standorte genutzt, an denen sich die Formen *nicht* weiter verändern.

Das Ausmaß der Veränderung der Reliefformen und das Ausmaß der Bodenerosion müssen einander deshalb nicht entsprechen.

Die Prozesse der holozänen Reliefentwicklung sind in erster Linie anthropogen verursacht; sie werden vom Paläorelief mitgesteuert. Klimatische Einflüsse (Starkregenereignisse) werden nur dann wirksam, wenn die anthropogenen Vorbedingungen (Rodung etc) dafür geschaffen sind. Sie können lokal durchaus „katastrophale“ Auswirkungen haben, sind aber nicht (s.o.) zwangsläufig als Ausdruck veränderter klimatischer Rahmenbedingungen zu bewerten.

Pedogenetische Prozesse spielen in den untersuchten Kolluvien lediglich eine untergeordnete Rolle. An Standorten mit Durchgangs-Akkumulations-Bedingungen hält die Pedogenese meist mit den morphodynamischen Umlagerungserscheinungen nicht schritt. Tonverlagerungsprozesse können in Kolluvien zwar an verschiedenen Orten nachgewiesen werden, nehmen jedoch im Vergleich zu den substratbedingten Sedimenteigenschaften meist eine untergeordnete Rolle ein. Verlehmung und Verbraunung treten neben den oft zu beobachtenden Hydromorphierungserscheinungen öfter auf.

Beachtenswert erscheint die Tatsache, daß in bestimmten Reliefpositionen (Hangfußbereichen) im Liegenden vorgeschichtlicher Kolluvien Hinweise auf ein Schwarzerdestadium der Löß-Parabraunerden vorhanden sind (vgl. u.a. **Schellmann 1990**). Auch in den älteren vorgeschichtlichen Kolluvien sind stellenweise Belege für ein schwarzerdebürtiges Ausgangssubstrat zu finden. Mit **Sabel (1982)** wird der Entwicklungsprozeß der Schwarzerden von der Ca-Metabolik abhängig gemacht.

Eindeutig überwiegen im Untersuchungsgebiet Parabraunerden ohne „Schwarzerdevergangenheit“ im Sinne von **Rohdenburg & Meyer (1968)**. Diese Parabraunerden haben bereits in vorgeschichtlicher Zeit, möglicherweise schon im Neolithikum, ihre heutigen Tongehalte und Horizontmächtigkeiten erreicht.

Bevor in Kap. 5.4 die Landschaftsveränderungen in bronze- bis urnenfelderzeitlichen Höhensiedlungen Ostbayerns, die darüber hinaus auch Informationen zur holozänen Pedogenese liefern, behandelt werden, soll kurz auf Aspekte der holozänen Bodenbildung im Umfeld bronzezeitlicher Siedlungen auf der Hochterrasse der Isar und der Donau eingegangen werden (Kap. 5.3).

5.3 Bodenentwicklung im Umfeld vorgeschichtlicher Hochterrassensiedlungen

In diesem Kapitel werden die pedologischen Befunde an zwei Einzelstandorten bei Landshut und Regensburg im Umfeld vorgeschichtlicher Siedlungsareale vorgestellt. Beide Standorte befinden sich in morphologisch vergleichbaren Hochterrassenpositionen. Ähnliche Standortbedingungen können für die holozäne Bodenbildung vorausgesetzt werden. Böden unter vorgeschichtlichen Befunden, Bodenbildungen in Grubenverfüllungen und kolluvial am Hochterrassenrand überdeckte Böden werden beschrieben.

5.3.1 Böden bei Essenbach (Ammerbreite II) auf der Hochterrasse der Isar

Das vorgeschichtliche Siedlungsareal Essenbach, Ammerbreite II (Abb. 111)³¹⁵ liegt in 391m NN am nordöstlichen Ortsrand von Essenbach auf der von bis zu drei Meter mächtigen Lössen bedeckten Hochterrasse der Isar (vgl. Hofmann 1973, Schellmann 1990, Unger 1991). Der Löß auf der Hochterrasse zeichnet sich durch Carbonatgehalte von 37 bis 40% aus. Er wird in der Korngrößenzusammensetzung von etwa 50% Grobschluff dominiert. Lokal, bevorzugt am Übergang zur Niederterrassenflur, werden die Lössen im eigentlichen Sinne von Sandlössen abgelöst. Die Sandlössen haben im Schnitt etwas höhere Carbonatanteile. Sie unterscheiden sich durch etwa 20% Feinsand signifikant von den „eigentlichen“ Lössen mit ca. 5%. Hofmann (1973, 1991) beschreibt als Klimaxboden der Hochterrasse eine kaum pseudovergleyte Parabraunerde aus Löß mit Tongehalten zwischen 35 und 45%. Zur Hochterrassenkante sind die Parabraunerden regelhaft stark erosiv verkürzt, so daß sie als Ackerbraunerden bzw. Ackerpararendzinen auftreten. Die Bt-Horizonte der Parabraunerden auf der Isar-Hochterrasse haben recht hohe Humusgehalte (1,3 bis 1,4%)³¹⁶, die aus der Degradation von Schwarzerden abzuleiten sind (Hofmann 1991).

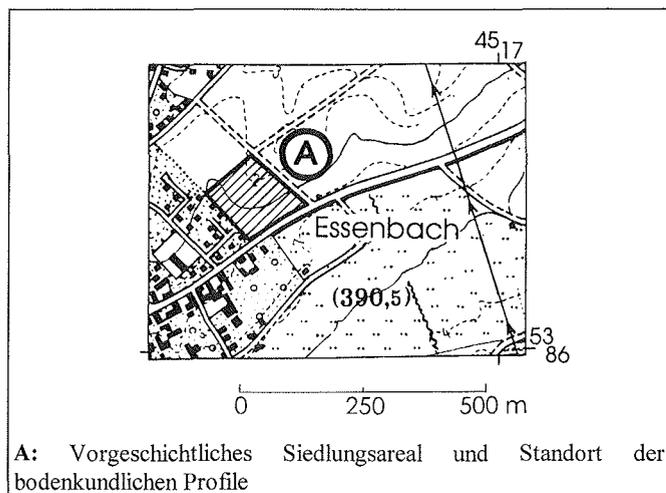


Abb. 111: Standort Essenbach-Ammerbreite II - Übersicht.

³¹⁵ Standort 4 (Abb. 5).

³¹⁶ Vgl. dazu die Humusgehalte von fossilen Ah-Bt-Horizonten bei Eggfing (Kap. 5.2.2) und Thalmassing (Kap. 5.2.4).

Die Hochterrasse zählt zu den bevorzugten vorgeschichtlichen Siedlungsräumen, so nimmt es nicht Wunder, daß das zeitliche Spektrum des Siedlungsplatzes Essenbach-Ammerbreite II die Linienbandkeramik, die Gruppe Oberlauterbach, die Urnenfelder-, Hallstatt- und Frühlatènezeit umfaßt (Bender & Dannhorn 1993). Darüber hinaus sind römische Siedlungsspuren belegt³¹⁷ (Bender & Dannhorn 1993).

Im Siedlungsareal sind etwa 3000 BP (¹⁴C) alte urnenfelderzeitliche, mit unterschiedlichem Material verfüllte, Vorratsgruben in den Hochterrassenlöß eingetieft. Die Grubenverfüllungen sind sehr heterogen aufgebaut. Pedogenetische in situ-Prozesse sind nicht deutlich ausgeprägt; sie führen lediglich zu einer Verminderung des Carbonatgehaltes und zu einer damit verbundenen Verlehmung in den obersten 0,35m.

Profil 7339-102 (Essenbach 2) (Abb. 112) zeigt ausführlich den pedologischen Aufbau einer etwa 3m breiten und noch ca. 1m tief erhaltenen urnenfelderzeitlichen Grube³¹⁸.

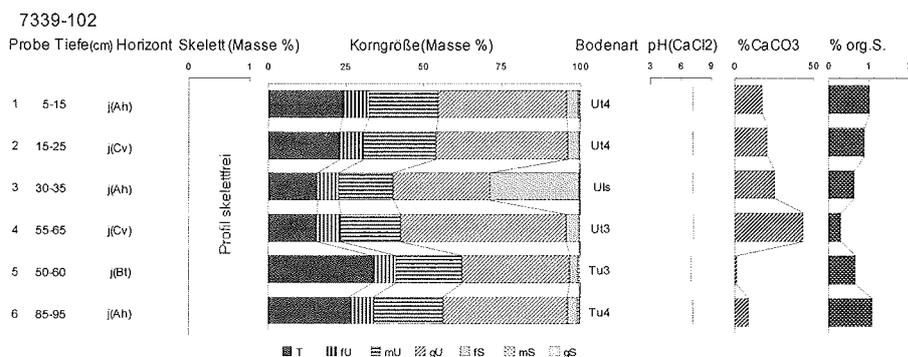


Abb. 112: Profil 7339-102 (Essenbach 2)³¹⁹: Laboranalytische Standardwerte.

Die urnenfelderzeitliche Grubenverfüllung wird von einem sehr carbonatreichen (etwa 35% CaCO₃-Gehalt), matt gelblichen bis gelblich-braunen Löß unterlagert, der in einer Mächtigkeit von unter 1m aufgeschlossen war. Im Würmlöß lassen sich keine Verbraunungshorizonte im Sinne eines Mittelwürmbodens oder vergleichbarer pedogenetischer Bildungen finden. Die Grubenfüllung selbst ist heterogen aufgebaut. Oberflächenparallele Horizontierungen, die nach Sabel (1982) auf eine in situ-Pedogenese hinweisen, treten in der Grube nicht auf. Im Unterschied zu den mit homogenen Material verfüllten Gruben bei Eggfling (Kap. 5.2.2.2) und den von Mückenhausen (1966) beschriebenen, homogen aus Schwarzerdematerial verfüllten, neolithischen Gruben, in denen eine 0,6 bis 0,7m tiefe Verbraunung zu beobachten ist, kommen unterschiedliche Substrate kleinräumig differenziert neben- und untereinander vor.

An der Basis der Grube in einer Tiefe von 0,75 bis 1,0m unter der rezenten, künstlich geschaffenen Geländeoberfläche findet sich ein bräunlich-schwarzer (10YR 3/2), schluffig-toniger Horizont (7339-102/6), der aufgrund seiner relativ hohen Humusgehalte von 1,1% als verfülltes Oberbodenmaterial gedeutet wird. Die Tongehalte sind mit über 26% recht hoch, so daß vorsichtig auf einen schwachen Schwarzerdeeinfluß (Ah-Bt-Horizont) hingewiesen werden kann. Darüber tritt ein 0,25m starker Verfüllungshorizont aus Bt-Material auf, der sekundär sehr schwach aufgekalkt ist. Das Bodenmaterial (7339-102/5) ist nach der Ablagerung nicht weiter im Sinne einer Tonverlagerung bzw. Verlehmung modifiziert worden. Schon allein die sehr carbonatreichen hangenden Horizonte belegen dies. Mit knapp 34% Tongehalt handelt es sich um das Material eines weitestgehend entwickelten holozänen Bt-Horizontes. Neben Bt-Material findet sich in gleicher Tiefe (0,5

³¹⁷ Leitung der Grabung: Dr. B. Engelhardt, W. Wullinger, M.A., T. Dannhorn, M.A. (Landesamt für Denkmalpflege Landshut).

³¹⁸ Der Ap-Horizont wurde an dieser Stelle bis zu einer Mächtigkeit von 0,4m abgeschoben. Unter dem Ap-Horizont trat unmittelbar der carbonathaltige Löß der Hochterrasse auf.

³¹⁹ In den Proben 102/1, /3, /4, /5 und /6 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

bis 0,75m) ein matt gelblicher bis gelblich-brauner, fast unverwitterter Löß (7339-102/4) mit einem Carbonatgehalt von knapp 45% (vgl. **Hofmann 1973**), der in der Grubenfüllung keiner weiteren Pedogenese unterworfen war. Darüber kommen, unregelmäßig geschichtet, tonig-schluffige bis sandig-lehmig-schluffige Sedimente vor, die carbonatreich bis sehr carbonatreich sind. Teilweise (7339-102/4) ist ein deutlicher Sandlößeinfluß (28% Feinsand) spürbar. Pedogenetische Veränderungen mögen hier lediglich im Sinne eine Decarbonatisierung gegeben sein, worauf auch sekundäre Kalkausfällungen hinweisen. In den Grubensedimenten finden sich Holzkohlen, Hüttenlehm und urnenfelderzeitliche Keramik. Eine starke in situ-Pedogenese läßt sich in der Grubenfüllung urnenfelderzeitlichen Alters nicht belegen. Einzige Anzeichen für Bodenbildung sind die Decarbonatisierung und schwache Verlehmung in den obersten 0,35m, deutlich geringere Werte der Pedogenese als sie u.a. von **Mückenhausen (1966)** beschrieben werden. Die Heterogenität der Sedimente erweckt zudem den Anschein einer mehrmals verstorzten und verfüllten Grube. Die Ursachen dieser überraschend schwachen Pedogenese müssen vorerst offen gelassen werden. Möglicherweise war diese Grubenfüllung über einen längeren Zeitraum fossilisiert oder die obersten Dezimeter der Grube sind bereits erodiert worden, so daß eine dort abgelaufene Bodenbildung nicht mehr zu rekonstruieren ist. Gegen die zweite Interpretation einer erosiven Grubenverkürzung sprechen allerdings die archäologischen Befunde.

Etwa 20m südlich der Grabungsfläche wurden an der Kante von der Hochterrasse zur jüngeren Übergangsterrasse im Sinne von **Schellmann (1990)**³²⁰ mehrere Schlitzprofile angelegt. In diesen Profilen treten 0,8m³²¹ mächtige, mehrgliedrige, an flache Rinnen angepaßte Kolluvien auf, wovon die jüngsten carbonatreich sind. Die Kolluvien überlagern den (möglicherweise lokal umgelagerten) Ah-Bt-Horizont einer Schwarzerde-Parabraunerde, der nach unten in einen Bt-Horizont übergeht.

Mit Profil 7339-105 (Essenbach 5) (Abb. 113, Abb. 114) wird ein Profil detailliert beschrieben, in dem die Horizontabfolge mit am deutlichsten ausgeprägt ist.

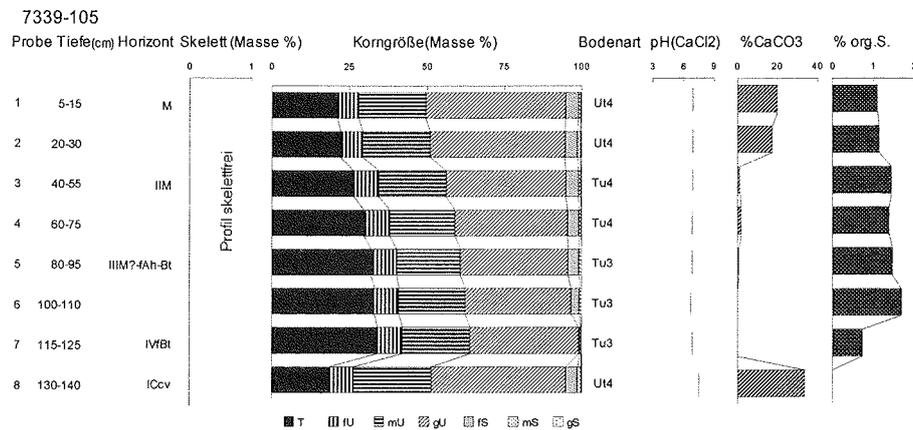


Abb. 113: Profil 7339-105 (Essenbach 5)³²²; Laboranalytische Standardwerte.

³²⁰ Zur Diskussion der Altersstellung der Übergangsterrasse vgl. **Schellmann (1990: 13)**.

³²¹ Der ehemalige Ap-Horizont mit ca. 0,4m Mächtigkeit ist an dieser Stelle bereits abgeschoben.

³²² In den Proben 105/1, /2, /3 und /4 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

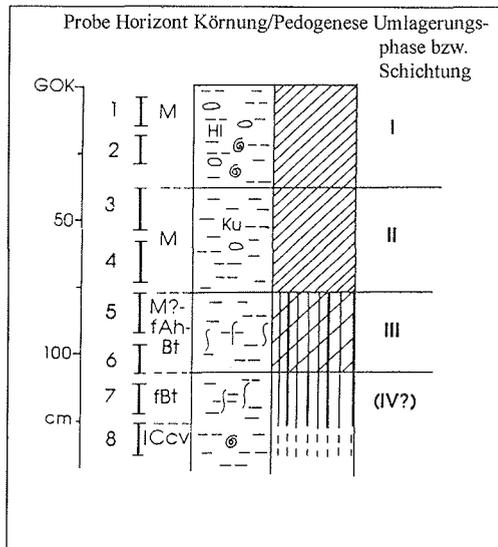


Abb. 114: Profil 7339-105 (Essenbach 5).

An der Basis des 1,5m hohen Aufschlusses findet sich ein sehr carbonatreicher, gelblich-brauner bis matt gelblicher (2,5Y 6/4) Würmlöß, der reich an Molluskensplintern ist (7339-105/8). Er ist mit Werten von knapp 45% eindeutig grobschluffdominiert, wobei die Tongehalte von 18% und die Carbonatwerte von 34% bereits auf eine schwache Verlehmung deuten (vgl. **Hofmann 1966**). Darüber tritt ein dunkelbrauner (10YR 3/3), schluffig-toniger Bt-Horizont in einer Mächtigkeit von 0,2m auf (7339-105/7). Dieser fossile Tonanreicherungshorizont ist kaum pseudovergleyt, was mit **Hofmann (1966)** als typisch für die holozänen Parabraunerden aus Löß auf der Hochterrasse der Isar angesehen wird. Nach oben hin folgt ein bereits bräunlich-schwarzer (10YR 3/2), ebenso toniger (32 bis 33%), insgesamt 0,3m starker Horizont (7339-105/6 bis 7339 105/5). Er zeichnet sich durch das Auftreten von Ton-Humus-Komplexen aus, die teilweise in den liegenden Bt-Horizont hineinreichen und dessen dunkle Farbe bedingen. Es ist nicht eindeutig zu klären, ob dieser M?-fAh-Bt-Horizont nicht einer gewissen (lokalen) Umlagerung unterlag, da sich an der Horizontobergrenze, bis in die obersten Zentimeter hinein Artefaktspuren finden lassen. Diese können allerdings auch problemlos durch Bioturbation erklärt werden. Insgesamt ist von einem (par)-autochthonen Horizont zu sprechen. Es handelt sich eindeutig um den Ah-Bt-Horizont einer Schwarzerde-Parabraunerde, worauf neben den recht hohen Anteilen an organischer Substanz (bis zu 2%) auch die Struktureigenschaften (vgl. **Thiemeyer 1989a**) hinweisen.

Über dem fossilen Ah-Bt-Horizont der degradierten Schwarzerde finden sich zwei deutlich zu unterscheidende Kolluvien. Das ältere Kolluvium (7339-105/4 und 7339-105/3) tritt in einer Tiefe von 0,4 bis 0,8m unter der rezenten, abgeschobenen Oberfläche auf. Es führt ausschließlich römische und ältere Keramik bzw. weitere vorgeschichtliche Artefakte³²³. Ferner ist es schluffig-tonig ausgebildet, die Tongehalte bewegen sich zwischen 25 und 30%, und weist mit 1,4% recht hohe Werte an organischer Substanz auf, die auch die bräunlich-schwarze Färbung (10YR 3/2) des Kolluviums bewirken. Vom hangenden Kolluvium ist es, bei Carbonatgehalten zwischen 1 und 2%, schwach sekundär aufgekalkt. Aufgrund seiner stratigraphischen Lage und seiner Artefaktführung wird es als römisches Kolluvium aus (Schwarzerde)-Parabraunerde-Substrat interpretiert, das die prä-römische Oberfläche der Schwarzerde-Parabraunerde fossilisiert hat. Allerdings ist es aufgrund der Reliefposition an der Terrassenkante und der vorliegenden archäologischen Befunde zur Siedlungsgeschichte von Essenbach-Ammerbreite II durchaus möglich, daß diese Schwarzerde-Parabraunerde bereits von älteren, inzwischen wieder abgetragenen Kolluvien, fossilisiert wurde.

Über dem vorgeschichtlichen Kolluvium setzt sich eindeutig ein jüngerer, knapp 0,4m mächtiges korrelates Sediment der Bodenerosion ab. Es handelt sich um ein tonig-schluffiges, carbonatreiches Lößkolluvium, in dem neben vorgeschichtlichen Fragmenten auch moderne Artefakte vorzufinden sind. Eine gewisse Verlehmung und Kalkabfuhr ist ebenso wie eine Humusanreicherung (1,1% organische Substanz bei einer dunkelbraunen Färbung (10YR 3/3)) gegenüber den Würmlössen zu bemerken.

³²³ Archäologische Bestimmung: T. Dannhorn, M.A.

Die bodenkundlichen Arbeiten auf der Hochterrasse der Isar an der Grabung Essenbach-Ammerbreite II belegen in heterogenen Grubenverfüllungen der Urnenfelderzeit nur eine sehr schwache Verlehmung und Carbonatabfuhr. Die pedogenetischen Prozesse sind lediglich auf die obersten 0,3 bis 0,4m der Gruben beschränkt. In den Füllungen auftretendes Bt-Material, das in situ nicht weiter tonangereichert wurde, weist bereits Tongehalte von knapp 33% auf. Ähnliche Tongehalte treten auch in Bt-Horizonten in Profilen am Wechsel von der Hoch- zur Übergangsterrasse auf. Dort gehen die Bt-Horizonte in Ah-Bt-Horizonte von Schwarzerde-Parabraunerden über. Die Schwarzerde-Parabraunerden beschreiben den im weitesten Sinne präromischen Entwicklungsstatus der Böden. Sie werden von (höchstwahrscheinlich) römischen Kolluvien aus Schwarzerde-Parabraunerde-Solum und rezenten Kolluvien aus Löß fossilisiert.

5.3.2 Böden bei Burgweinting (Hochterrasse der Donau)

Im Osten von Burgweinting³²⁴ wurden im Zuge einer archäologischen Ausgrabung³²⁵ vorgeschichtliche Siedlungsspuren, vorwiegend aus der Frühbronzezeit, freigelegt. Der Standort (Abb. 115) befindet sich auf der lößbedeckten Hochterrasse im Sinne von **Oschmann (1958)** unweit vor dem nördlich anschließenden Übergang zur Niederterrasse (vgl. **Buch 1988a**). Die morphologisch-pedologische Situation ist vergleichbar mit den Rahmenbedingungen des Erosionsniveaus (mit geringer Lößbedeckung) der Hochterrasse nach **Hilgart (1995)**.

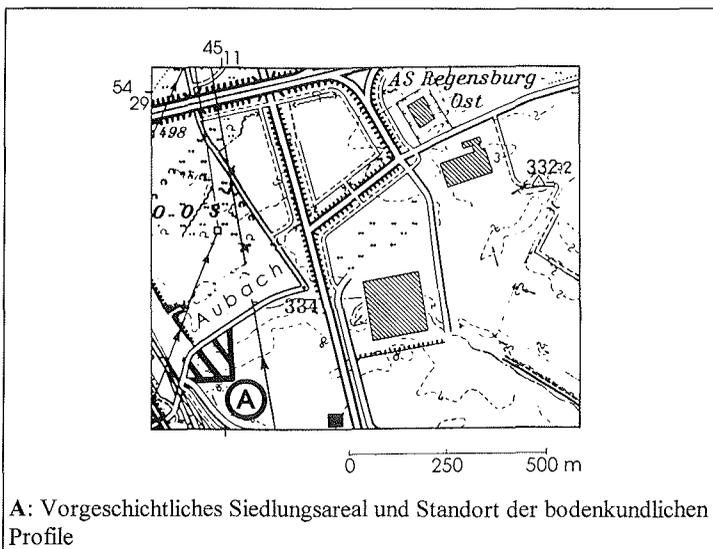


Abb. 115: Standort Burgweinting-Ost - Übersicht.

³²⁴ Standort 2 (Abb. 5).

³²⁵ Leitung: Dr. M. Hoppe (ehemals Landesamt für Denkmalpflege Regensburg), W. Froschauer (Landesamt für Denkmalpflege Regensburg).

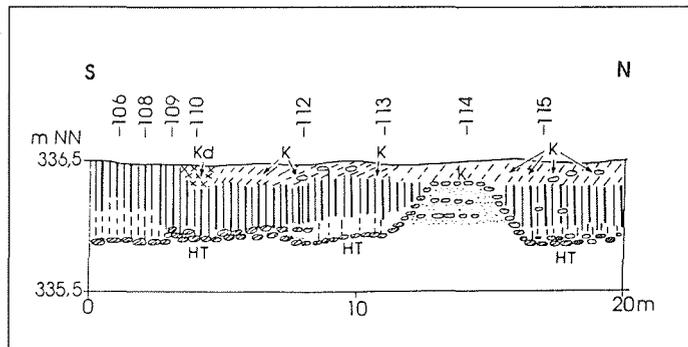


Abb. 116: Schnitt durch die Böden in einem vorgeschichtlichen Siedlungsareal bei Burgweinting (Donau-Hochterrasse).

Durch das vorgeschichtliche Siedlungsareal wurde ein mehr als 20m langer, maximal 1m tiefer Profilschnitt gezogen (Abb. 116). Dabei wurden neben anthropogen „unberührten“ Positionen auch Profile im Liegenden vorgeschichtlicher Fundstellen (Grubenverfüllungen, prähistorische Umlagerungssedimente) in die Beobachtungen integriert.

Im rißzeitlichen Hochterrassenschotter findet sich lokal der gekappte Rest einer Parabraunerde von letztinterglazialen Charakter (vgl. Hilgart 1995: 120). Über dem Hochterrassenschotter, der eine stark undulierende Oberfläche zeigt, tritt ein maximal 0,2m mächtiges Lößpaket auf. Dieser würmzeitliche Löß ist, erklärt durch die Nähe zum Auswehungsgebiet, als schluffiger bis lehmiger Sand ausgebildet, wobei die Feinsandanteile bei etwa 50% liegen, die Grobschluffgehalte dagegen lediglich bei 20 bis 25%. Mit 7 bis 10% Tongehalt ist der Sandlöß extrem tonarm. Die Carbonatgehalte des Lockersediments liegen bei 25 bis 30%. Aus den carbonatreichen würmzeitlichen Sandlössen haben sich Parabraunerden entwickelt, deren Tongehalte sich lediglich um die 30% bewegen. Dies ist auf die geringen Tongehalte im Ausgangssubstrat zurückführbar. Die Parabraunerden sind erosiv stark verkürzt und zeigen sich höchstens noch in einer maximalen vertikalen Erstreckung der Bt-Horizonte von 0,2 bis 0,3m. Die Tonanreicherungshorizonte sind lediglich schwach pseudovergleyt. Nur im Liegenden der frühbronzezeitlichen Grubenverfüllungen findet sich eine eindeutig stärkere Pseudovergleyung des Bt-Horizontes, die mit der anthropogen bedingten Verdichtung der Böden in Beziehung gesetzt wird.

Mit Profil 7038-106 (Burgweinting-Ost 1) (Abb. 117) wird ein Profil vorgestellt, das nachweislich von einer vorgeschichtlichen Nutzung „verschont“ blieb und lediglich durch einen kolluvialen Ap-Horizont neuzeitlichen Datums fossilisiert ist. Im Gegenzug stellt das Profil 7038-113 (Burgweinting-Ost 8) (Abb. 118) die pedologische Situation unter einem vorgeschichtlichen Umlagerungshorizont, der einer frühbronzezeitlichen Grubenfüllung benachbart war (vgl. Abb. 116), dar.

Über dem rißzeitlichen Hochterrassenschotter (7038-106/6), dessen Fraktion < 2mm zu 90% aus Sand, vorherrschend Grobsand, zusammengesetzt ist, folgt ein 0,2m starkes, matt gelblich-braunes (10YR 5/4), ungeschichtetes Sandlößpaket (7038-106/5 und 7038-106/4), das eindeutig durch die hohen Feinsandanteile charakterisiert ist. Im Anschluß an einen Übergangshorizont von 0,1m Mächtigkeit (7038-106/3), in dem der hangende Bt-Horizont taschenförmig in den Sandlöß eingreift, tritt ein noch mit 0,3m vertikaler Erstreckung erhaltener Bt-Horizont auf. Dieser Tonanreicherungshorizont der holozänen Parabraunerde ist braun (10YR 4/4 bis 7,5YR 4/6), nur äußerst schwach pseudovergleyt und mit Tongehalten von 32% relativ tonarm im Vergleich zu Bt-Horizonten, die sich aus grobschluffdominierten Lössen entwickelt haben. Innerhalb des Bt-Horizontes ist nach oben hin eine Zunahme der Schluffanteile gegenüber den Feinsandanteilen zu bemerken. Daraus läßt sich eine Veränderung der Lößkomponente rekonstruieren. Mit 0,3% Anteil an organischer Substanz ist sicher davon auszugehen, daß hier kein Schwarzerdestadium vor der Tonverlagerung durchlaufen wurde. Fossilisiert ist dieser Boden von einem rezenten, teilweise carbonathaltigen Umlagerungshorizont, in dem der Ap-Horizont entwickelt ist.

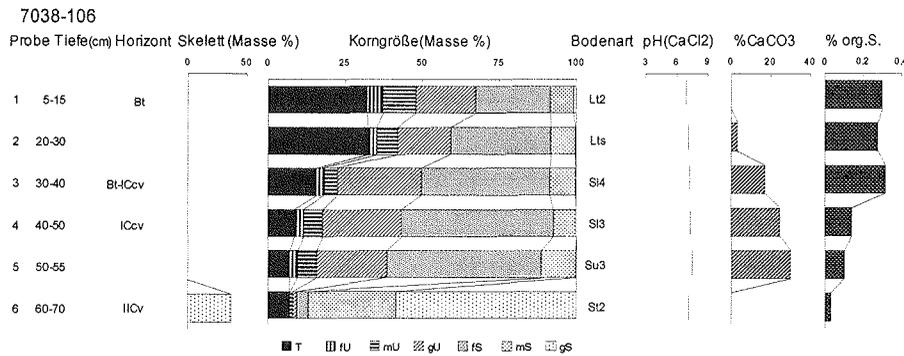


Abb. 117: Profil 7038-106 (Burgweinting-Ost 1)³²⁶. Laboranalytische Standardwerte.

Etwa 10m nördlich des Profils 7038-106 befindet sich Profil 7038-113 (Abb. 118). Im Gegensatz zum erstgenannten Profil wird Profil 7038-113 von einem 0,1m mächtigen Kolluvium überdeckt, das aufgrund der stratigraphischen Lage zu einer frühbronzezeitlichen Grubenverfüllung ebenfalls als vorgeschichtlich im weitesten Sinne zu betrachten ist. Überlagert wird es, wie auch Profil 7038-106, von einem rezenteren, bis zu 0,5m mächtigen Kolluvium, das im Zuge der archäologischen Ausgrabungen abgeschoben wurde.

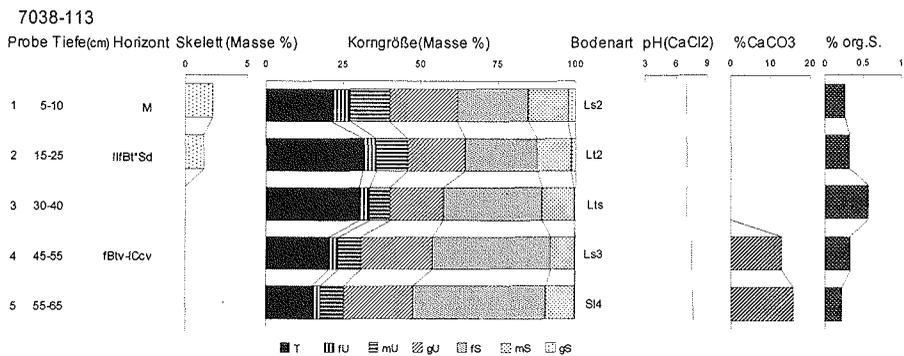


Abb. 118: Profil 7038-113 (Burgweinting-Ost 8): Laboranalytische Standardwerte.

Im Hangenden des rißzeitlichen Hochterrassenschotter ist an dieser Stelle kein Sandlößpaket festzustellen. Der holozäne Tonanreicherungshorizont reicht zapfenartig in den Sandlöß bis auf Höhe der Oberkante des Schotterkörpers (7038-113/5 und 7038-113/4). Darüber folgt ein stärker pseudovergleyter fBt*Sd-Horizont, der ansonsten dem Bt-Horizont in Profil 7038-106 stark ähnelt. Auch hier nimmt innerhalb des Tonanreicherungshorizontes der Grobschluffanteil auf Kosten des Feinsandes nach oben hin zu. Darüber folgt ein carbonatfreies, sehr schwach humoses, kolluviales Sediment (7038-113/1), das sich vom fossilen Bt*Sd-Horizont diskordant, belegt über eine Holzkohlekonzentration an der Horizontuntergrenze, absetzt. Wahrscheinlich handelt es sich um eine (prä-)frühbronzezeitliche Umlagerung, da eine etwa 5m südlich liegende Grube dieser Zeitstellung in den kolluvialen Horizont eingetieft ist³²⁷. Mit gebührender Vorsicht ist eine entsprechend frühe, allerdings lokal stark begrenzte Abtragung des Al- und teilweise bereits des Bt-Horizontes anzunehmen.

³²⁶ In den Proben 106/1, /2, /3, /4 und /5 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

³²⁷ Es bleibt festzuhalten, daß aufgrund der geringmächtigen kolluvialen Bedeckung durchaus ein nachfolgender pedogenetischer Durchgriff in den Bt-Horizont zu erwarten ist. Insofern sind die Angaben zur Zeitstellung der Pedogenese mit einem gewissen Vorbehalt zu betrachten.

Die pedologischen Befunde auf der Hochterrasse bei Burgweinting weisen auf eine fortgeschrittene Parabraunerdebildung bereits in der Frühbronzezeit. Bedingt durch das tonarme, von Feinsand dominierte Ausgangssubstrat Sandlöß erreichen die holozänen Parabraunerden verhältnismäßig geringe Tongehalte. Bei diesen Parabraunerden kann ein vorgeschaltetes Schwarzerdestadium ausgeschlossen werden. Die vorgeschichtliche, anthropogene Fossilierung führte in den Bt-Horizonten ansatzweise zu einer stärkeren Hydromorphierung. Weitere menschliche Einflüsse auf die Pedogenese sind nicht feststellbar. Im engeren Umfeld dieses bronzezeitlichen Siedlungsareales ist es bereits in vorgeschichtlicher Zeit zur lokalen Abtragung der Al-Horizonte der Parabraunerden gekommen, wobei eine genaue zeitliche Einordnung der Umlagerung bislang nicht möglich ist.

Von Standorten auf der Isar-Hochterrasse bei Essenbach und der Donau-Hochterrasse bei Burgweinting konnten einige ergänzende Befunde zur holozänen Bodenbildung vorgestellt werden. Trotz der archäologischen Grabungsergebnisse mangelt es an einer genauen Datierung der pedogenetischen und morphodynamischen Prozesse.

Zu bemerken bleibt, daß auch auf den Hochterrassen von Isar und Donau in den letzten (mindestens) 2000 Jahren *keine natürliche* Weiterentwicklung der Parabraunerden im Sinne einer fortgesetzten Tonverlagerung mehr stattgefunden hat. Hinweise auf ein Schwarzerdestadium der Böden sind auf der Isar-Hochterrasse bei Essenbach eindeutig, sie fehlen auf der Donau-Hochterrasse bei Burgweinting.

5.4 Bronze- und urnenfelderzeitliche Höhensiedlungen - Landschaftsveränderungen in vorgeschichtlich intensiv genutzten Räumen.

Der Frauenberg bei Kelheim³²⁸ und der Bogenberg bei Straubing³²⁹ gehören zu den wichtigsten befestigten Höhensiedlungen der Bronze- und Urnenfelderzeit im bayerischen Raum (vgl. **Rind 1994a, 1997b, Schauer 1995, Damminger & Schauer 1997**). Beide Höhenbefestigungen³³⁰ befinden sich in vergleichbaren, räumlich abgegrenzten und exponierten Reliefpositionen über der Donau. Die topographische Sonderposition dieser Siedlungen ermöglicht es, die vorgeschichtlichen anthropogenen Eingriffe exakt zu erfassen, da der Wirkungsraum der menschlichen Einflüsse genau bekannt ist (**Niller et al. 1997**). In einem interdisziplinären Forschungsansatz wird versucht, die vorgeschichtliche Kulturlandschaftsgeschichte³³¹ zu rekonstruieren. Die vorgeschichtlichen Arbeiten streben in diesem Kontext die Erfassung der Siedlungsgeschichte an, die geomorphologisch-pedologischen Untersuchungen sind der Rekonstruktion der Bodenerosion und -bildung gewidmet (**Heine et al. 1997**). Die Zusammenschau archäologischer und geomorphologisch-pedologischer Befunde führt zur Erfassung und Quantifizierung (im weitesten Sinne) des Einflusses vorgeschichtlicher Kulturen auf die damaligen Umwelt-, insbesondere Bodenverhältnisse und schließlich zu einer paläoökologischen Deutung der anthropogenen Eingriffe.

Beide an der Donau gelegenen Bergbefestigungen überragen ihr Umland um mehr als 100 Meter. Sie unterscheiden sich jedoch in ihrer flächenhaften Ausdehnung, ihrer geographischen Lage, damit ihrer Beziehung zum Umland, ihrer naturräumlichen Ausstattung und ihrer Siedlungsgeschichte (**Heine et al. 1997**). Während die Besiedlung des Frauenberges bereits im Neolithikum einsetzt (vgl. **Rind 1994 a, 1997b**), datieren die archäologischen Befunde am Bogenberg die älteste Besiedlungsphase erst in die Bronzezeit (vgl. **Damminger & Schauer 1997**). Damit sind die Areale der beiden Höhensiedlungen in der Vorgeschichte sowohl unterschiedlich lange wirksamen als auch unterschiedlich intensiven anthropogenen Eingriffen ausgesetzt (**Heine et al. 1997**).

Im folgenden werden ausführlich die geomorphologischen und sedimentologischen Befunde zu den vorgeschichtlichen anthropogenen Landschaftsveränderungen auf dem Frauenberg bei Kelheim dargestellt³³².

5.4.1 Der Frauenberg bei Kelheim

Der Frauenberg bei Kelheim (Abb. 119) liegt am rechten Donauufer, am Beginn des geologisch recht jungen, erst seit der Rißeiszeit geschaffenen epigenetischen Durchbruchstales zwischen Weltenburg und Kelheim (vgl. u.a. **Tillmanns 1977, Glatthaar & Liedtke 1988**). Mit einer Höhe von 449m NN erhebt er sich gut 100 Meter über das Donautal. An seinen West- und Nordflanken fällt das Gelände teilweise senkrecht bis überhängend zum Fluß ab; dies ver-

³²⁸ Standort 5 (Abb. 5).

³²⁹ Standort 1 (Abb. 5).

³³⁰ Näheres zur Urnenfelderzeit u.a. bei **Probst (1996)**. „Nach den vielen Befestigungen zu schließen, war dieses Phase der Vorgeschichte eine „große Zeit der Burgenbauer“. Die zahlreichen „Burgen“ spiegeln ein Schutzbedürfnis während Unruhezeiten wider“ (**Probst 1996: 263**). **Kossack (1995a)** stellt übergreifende Aspekte der Erforschung der Urnenfelderkultur dar. Er weist besonders auf die intensiven Beziehungen zwischen Befestigungsanlagen und Siedlungen im Umland hin. **Schauer (1995: 162-171)** faßt den Kenntnisstand zu den urnenfelderzeitlichen Höhensiedlungen in Süddeutschland zusammen.

³³¹ **Jäger (1987: 1)** definiert „Kulturlandschaft“ „als Ausdruck für einen vom Menschen gestalteten und genutzten Teil der Erdoberfläche, der nach bestimmten, vom jeweiligen Bearbeiter ausgewählten Kriterien abgegrenzt wird.“

³³² Ergebnisse zur Kulturlandschaftsentwicklung des Bogenberges werden nachfolgend ergänzend und vergleichend erläutert (vgl. **Heine et al. 1997**).

deutlich die strategisch hervorragende Lage des Areals. Lediglich in südöstlicher Richtung ist die Reliefenergie geringer. Den flacheren Reliefbereichen zugewandt sind die Verteidigungswälle des Frauenberges (vgl. Abb. 119).

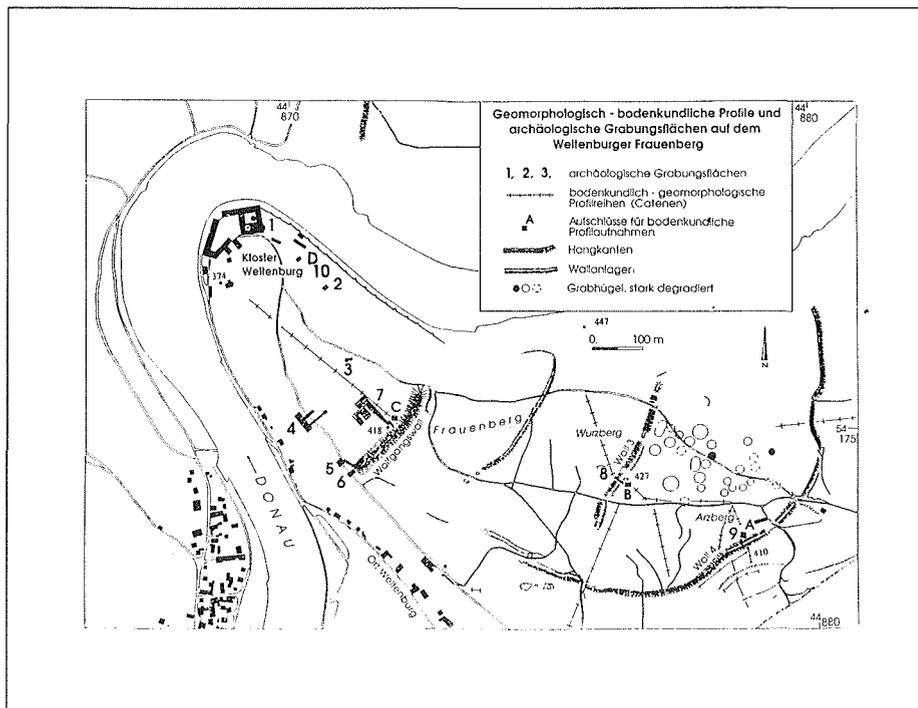


Abb. 119: Standort Frauenberg bei Kelheim - Übersicht.

(Eingetragen sind die Wallanlagen, die archäologischen Grabungsflächen³³³ und die Lage der geomorphologisch-bodenkundlichen Profile und Catenen.)

5.4.1.1 Naturräumliche Ausstattung

Der Frauenberg ist ein Ausläufer der Südlichen Frankenalb und führt damit seine grundlegende Gestalt auf Prozesse im Mesozoikum zurück (vgl. Kap. 3.2.1.2.2). Er ist aus plumpen Felsenkalken - massigen Schwammbauten - und Kelheimer Kalken aufgebaut (u.a. Schmidt-Kaler 1968, Rutte 1971, Weber 1978, Meyer & Schmidt-Kaler 1994) (vgl. Abb. 120).

Neben den stellenweise oberflächennah bis oberflächlich auftretenden Malmkalken kommen auf dem Frauenberg zusätzlich tertiäre Albverwitterungslehme mit wechselnden Anteilen an beigemengten Lößlehm und Verwitterungslehme mit Kreiderelikten (bzw. kieselig-lehmige Sedimente der Albüberdeckung) vor (Schmidt-Kaler 1968, Weber 1978).

Weber (1978: 128-139) beschreibt die vielfältigen Komponenten der kieselig-lehmigen Albüberdeckung ausführlich und betont die nachfolgende solifluidale Umlagerung dieser Sedimente. Die Albverwitterungslehme bilden ein Endglied „in einer Entmischungsreihe aus dem ursprünglichen tertiären Material“ (Weber 1978: 151). Die petrographische Zusammen-

³³³ Vgl. Rind (1994e), aktualisiert.

setzung der Albverwitterungslehme wird bestimmt durch das Vorherrschen tertiärer Substrate und den stark wechselnden Lößlehnteilen (Weber 1978: 153). Die Abgrenzung gegenüber reinen Lößlehmteilen (Weber 1978: 153) auf dem Vorkommen mindestens „feinschuttige[r]“ Eingemenge.“ Während sich die kieselig-lehmige Albüberdeckung durch grellbunte „Kieselbetten“ auszeichnet, wirken oberflächennahe Alblehne „fahler“ (Weber 1978: 154)³³⁴. Eigene Untersuchungen auf dem Frauenberg zeigen, daß in den Verwitterungslehmen auch sehr große Malmkalke in Fließerdern und Solifluktsdecken umgelagert wurden. Dieser, unzweifelhaft mehrere Kaltzeiten umfassende Prozeßkomplex aus Solifluktion und Kryoplanation führte auf dem Frauenberg zur Ausbildung von Kryoplanationsterrassen (vgl. Weise 1983: 107ff). Neben tertiären Verwitterungsprodukten, die in hängigen Lagen einer pleistozänen, solifluidalen Umlagerung unterworfen waren, treten im Ostbereich des Berges kleinflächig Sandlöss, Löss, Lößlehme und Schwemmlöss auf (Weber 1978). Albverwitterungslehme können den pleistozänen Sedimenten durch die periglazialen Umlagerungsprozesse beigemischt sein. Altersmäßig werden die Löss im eigentlichen Sinne als hochglaziale Sedimente, die Sandlöss dagegen aufgrund ihrer stratigraphischen Position als spätpleistozäne, äolisch umgelagerte Substrate angesprochen (Weber 1978).

Bodenbildungen auf diesen Substraten werden von Diez (1968) und Wittmann (1978) beschrieben. In Albverwitterungslehmen entwickelten sich substratabhängig Braunerden, Pseudogleye und Parabraunerden geringer Entwicklungstiefe (Diez 1968: 120), während es in Sandlössen und partiell kalkhaltigen Flugsanden zur Bildung sowohl von Parabraunerden als auch von Pararendzinen kam (Wittmann 1978: 346). Aus den Lössen, deren Carbonatgehalt mit 20 bis 40% angegeben wird, ist eine durchschnittlich 0,8m tief entwickelte Parabraunerde entstanden. Die Tongehalte der Bt-Horizonte der Parabraunerden werden mit etwa 30% angegeben. Allerdings sind sie fast regelhaft infolge intensiver agrarischer Nutzung erosiv verkürzt (Diez 1968, Wittmann 1978).

Die geologische Skizze (Abb. 120) zeigt nur sehr kleinräumige Löß- und Lößderivatareale am Frauenberg. Eigene Untersuchungen³³⁵ können jedoch belegen, daß die würmzeitliche Lößbedeckung bis zum Einsetzen der vorgeschichtlichen anthropogenen Nutzung (vgl. Kap. 5.4.1.2) großflächige Gebiete einnimmt und ausschließlich die Kuppenbereiche aufgrund der herrschenden Windverhältnisse und -geschwindigkeiten lößfrei bleiben (Niller et al. 1997: 84)³³⁶. Bereits dieser Sachverhalt läßt auf eine starke Veränderung der bodenökologischen Verhältnisse im Zuge der vorgeschichtlichen Besiedlung schließen.

³³⁴Bei den eigenen Profilaufnahmen war eine Trennung dieser Sedimente nicht immer möglich (vgl. Weber 1978: 132).

³³⁵Vgl. ausführliche Erläuterungen in Kap. 5.4.1.3.

³³⁶Die natürlichen Lößmächtigkeiten erreichten geologisch auskartierbare Werte.

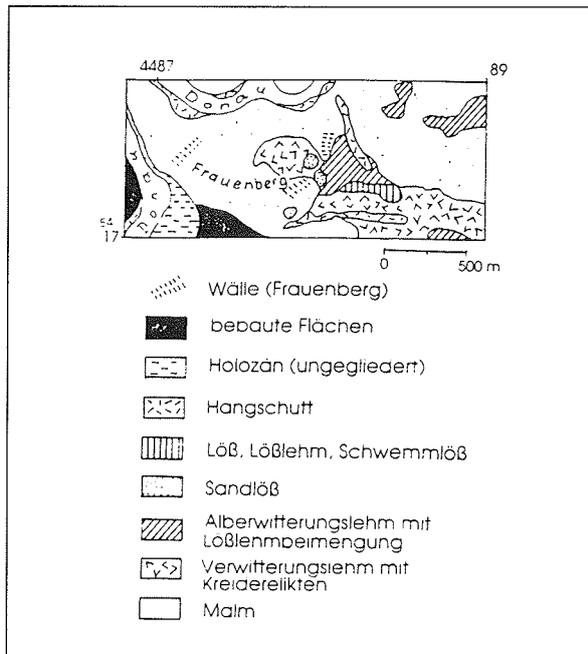


Abb. 120: Vereinfachte geologische Übersicht zum Frauenberg. Nach Schmidt-Kaler (1968) und Weber (1978), umgezeichnet.

5.4.1.2 Abriß der Siedlungsgeschichte

In mehreren vorgeschichtlichen Epochen stellt der Frauenberg einen bevorzugten Siedlungsplatz dar, der von bedeutenden Siedlungskammern in der Südlichen Frankenalb, der Hienheimer Wanne und der Kelheimer Bucht umgeben ist (Spindler 1981). Aufgrund zahlreicher archäologischer Arbeiten, die der prähistorischen Bedeutung des Berges gerecht werden, kann die Siedlungsgeschichte bereits recht detailliert rekonstruiert werden (vgl. Rind 1994a). Schon im Mittelneolithikum (Münchshöfener Gruppe) finden sich auf dem Frauenberg Siedlungsbefunde, die eine etwa 6000 Jahre (BP) (cal) alte Nutzung des Berges dokumentieren (vgl. Rind 1994b). Vorgeschichtliche Hauptsiedlungsphasen des Frauenbergplateaus sind in die Bronze-, Urnenfelder- und Frühlatènezeit datiert (vgl. Rind 1994a). Eine erste, bronzezeitliche Großsiedlung des Frauenberges wird in die ältere (Früh-) Bronzezeit gestellt (Spindler 1981: 50, Reichold 1992)³³⁷. Ein Hügelgräberfeld zwischen Wurz- und Arzberg, dessen Grabhügel heute fast ausschließlich in oberflächlichen Verfärbungen des Bodens erkennbar sind, stammt nach Spindler (1981) wahrscheinlich aus der Zeit des Übergangs von der Früh- zur Mittelbronzezeit. Zur Urnenfelderzeit ist ein beträchtlicher Fundanstieg zu bemerken. Die zentralörtliche Bedeutung der (urnenfelderzeitlichen) Mittelpunktssiedlung des „Typs Frauenberg“, ihre soziale Differenzierung gegenüber den umgebenden Flachlandsiedlungen sowie die intensive Verflechtung mit dem Umland ist erwiesen (Spindler 1981: 57).

Durch das System vorgeschichtlicher Wallanlagen (vgl. Abb. 119) wird die siedlungsgeschichtliche Bedeutung und die Schutzwürdigkeit des Berges dokumentiert. Schutzfunktion haben der Wolfgangswall und drei weitere Abschnittswälle auf dem Frauenbergplateau und an

³³⁷ Rind (1994a: 160) datiert ferner eine bronzezeitliche Siedlung am Fuße des Wolfgangswalles in eine „frühe Phase der Hügelgräberbronzezeit.“

den flacheren, nach Südosten geneigten Hängen (Rind 1994a). Die beiden äußersten Abschnittswälle werden in der frühen bis mittleren Urnenfelderzeit (ca. 3250 BP (cal) bis 2950 BP (cal)) errichtet, was mit dem ersten Ausbau von Burgen auf Höhen in Süddeutschland zusammenfällt (Rind 1995)³³⁸.

Mehrere Sichelfragmente aus Bronze bezeugen zudem eine vorgeschichtliche landwirtschaftliche Nutzung des Frauenberges in der Bronze- und Urnenfelderzeit (Spindler 1981: 61).

Von der zeitlich anschließenden Hallstattzeit gibt es lediglich vereinzelte Befunde. Es ist davon auszugehen, „daß es in der Hallstattzeit keine befestigte Höhensiedlung auf dem Frauenberg gab“ (Rind 1994a: 162). Nach dem hallstattzeitlichen „Siedlungsunterbruch“ setzt in der Frühlatènezeit³³⁹ (ca. 2500 BP (cal) bis 2300 BP (cal)) neuerlich eine intensive Siedlungstätigkeit ein (Koch 1991, Malin-Boyce 1997, Rind 1997b). Zur Struktur und zeitlichen Einhängung der Besiedlung sind noch einige Fragen offen (Malin-Boyce 1997: 140-141). Zum spätlatènezeitlichen (ca. 100 bis 50 BC (cal)) Oppidum Alkimoennis auf dem flußabwärts gelegenen Michelsberg gibt es auf dem Frauenberg keine äquivalenten Besiedlungsstrukturen. Möglich bleibt jedoch, daß Teile des Plateaus westlich des Wolfgangswalles als „Anhängsel an das Oppidum“ benutzt werden (Koch 1991: 140-144).

Nach einer weiteren Siedlungsunterbrechung kommt die fortifikatorische Bedeutung des Berges mit der Errichtung eines spätantiken, römischen Kleinkastells (um 370 AD) wieder zum Tragen. Außerdem ist die spätantike Besiedlung des Frauenberges durch ein unlängst entdecktes Mädchengrab belegt (Rind 1994a: 152).

Zur Zeit der Gründung des ersten bayerischen Benediktinerklosters Weltenburg im frühen Mittelalter (um 600 bis 620 AD) (Altmann & Thürmer 1981) ist der Frauenberg nach den vorliegenden Quellen bereits wieder vollständig von Laubmischwäldern bestockt (Christlein 1971). Er wird jedoch als Klosterbesitz erneut sukzessive in Acker- und Weideland umgewandelt. Im 10. Jahrhundert AD erfolgt unter dem Eindruck der kriegerischen Ungarneinfälle die Erneuerung bzw. Erhöhung des dem Kloster nächstgelegenen Walles, der aus diesem Grund als Wolfgangswall³⁴⁰- oder Ungarnwall bezeichnet wird.

Der Frauenberg weist eine intensive prähistorische Besiedlungsgeschichte auf, die von Siedlungswellen (drei vorgeschichtliche Großsiedlungen in der Bronze-, Urnenfelder- und Frühlatènezeit) und Siedlungsunterbrechungen geprägt ist. Schwerpunkt der vorgeschichtlichen Besiedlungen ist das Areal zwischen Wolfgangswall und dem Nordwestsporn des Frauenberges. Neben dieser Siedlungskonzentration ist jedoch auch eine großflächige agrarische Nutzung östlich des Wolfgangswalles anzunehmen. Die archäologischen Befunde lassen am Frauenberg eine raum-zeitliche Differenzierung der menschlichen Eingriffe in die Naturlandschaft - bei zeitweilig hoher Intensität - erwarten.

³³⁸ Rind (1995, 1997b) differenziert zwei Wallphasen am äußersten Abschnittswall. Die ersten ¹⁴C-Daten sprechen für eine Datierung beider Phasen in die frühe bis mittlere Urnenfelderzeit und ergänzen damit die archäologischen Befunde. Darüber hinaus wurden an Wallerschüttungsmaterial und Kolluvien Proben für OSL-Datierungen (Dr. A. Lang) genommen. Die Ergebnisse dieser Messungen liegen augenblicklich noch nicht vollständig vor. Bei den bisher verfügbaren Daten handelt es sich zudem noch um „vorläufige Alter“. Auf eine Interpretation auf Grundlage dieser Daten wird verzichtet. Die Ergebnisse bleiben einer späteren Veröffentlichung vorbehalten. Bislang steht nicht eindeutig fest, ob die Wälle unterschiedlichen oder gleichen Alters sind.

³³⁹ Möglicherweise auch schon am Ende der Hallstattzeit.

³⁴⁰ Bischof von Regensburg, der den Anstoß zur Erneuerung und Erhöhung des Wolfgangswalles im 10. Jahrhundert gab.

5.4.1.3 Bodenkundliche und geomorphologische Befunde zur vorgeschichtlichen Landschaftsveränderung am Frauenberg

Am Frauenberg³⁴¹ wurden Böden unter verschiedenen Wällen miteinander verglichen (vgl. Abb. 119), darüber hinaus die Pedogenese auf den Wällen und in Grubenfüllungen bearbeitet. Desweiteren wurden die Böden auf dem Plateau und an den Hänge untersucht und in bestimmten Arealen auskartiert. Aus diesen Befunden kann in Verschränkung mit den Ergebnissen der Archäologie für Teilareale des Berges eine detaillierte Landschaftsentwicklung erstellt werden. Im folgenden werden die verschiedenen geomorphologisch-bodenkundlichen Arbeitsgebiete auf dem Frauenberg einzeln vorgestellt und schließlich zusammenfassend diskutiert.

Äußerster Abschnittswall³⁴²

Profilaufnahmen im Bereich des Äußersten Abschnittswalles belegen, daß diese urnenfelderzeitliche, zweiphasig errichtete Verteidigungsanlage bereits auf kolluvial umgelagerten Substraten angelegt wurde.

Im Liegenden finden sich periglazial verlagerte, meist in eine Matrix aus Albverwitterungslehmen eingebettete Malmkalke. Sie werden vom Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde aus Lößlehmfließerde, der stellenweise nur noch wenige cm bis dm erhalten ist, überlagert. Lokal greift auch carbonatreicher Würmlöß über die periglazial verlagerten Malmkalke hinweg. Aus den Lössen haben sich Parabraunerden entwickelt, deren Bt-Horizonte Tongehalte von etwa 35% aufweisen. Maximal sind die Tonanreicherungshorizonte der holozänen Parabraunerden noch in einer Mächtigkeit von 0,4m erhalten, in der Regel jedoch sind sie stärker verkürzt. Al-Horizonte der holozänen Parabraunerden treten nicht auf; sie sind flächenhaft und vollständig abgetragen. Die Befunde im Liegenden des Abschnittswalles weisen auf voll entwickelte Parabraunerden vor Errichtung der urnenfelderzeitlichen Wallanlagen vor etwa 3000 BP (cal) am Frauenberg hin. Die beiden, archäologisch begründeten Wallbauphasen sind durch eine kolluviales, bis zu 0,5m mächtiges, homogenes Sediment voneinander getrennt. Darin ist *keinerlei* pedogenetische Differenzierung feststellbar. Das bestätigt die archäologische Annahme zweier, recht kurz aufeinander folgender Wallbauphasen. Am Fuß der Wallanschüttung des äußersten Abschnittswalles finden sich in den vorgelagerten ehemaligen Gräben bis zu 0,5m starke kolluviale Verfüllungen, in denen schwache pedogenetische Differenzierungen festzustellen sind.

Aus den stratigraphischen Befunden lassen sich im näheren Umfeld des Walles mehrere morphodynamische Aktivitätszeiten rekonstruieren. Ein bis zwei Umlagerungsphasen sind älter als bzw. mindestens so alt wie die erste Bauphase. Zwischen den beiden Bauphasen der frühen bis mittleren Urnenfelderzeit kommt es neuerlich zu größeren Sedimentumlagerungen. Spät- bis posturnenfelderzeitlich treten weitere Kolluvien auf, die durch den Wall als lokale Erosionsbasis aufgefangen werden. Sie sind somit lediglich oberhalb der Verteidigungsanlage zu dokumentieren.

³⁴¹ Leitung der archäologischen Grabungen: Dr. M. Rind (Kreisarchäologie Kelheim). Ferner: Grabungsbegleitung: K. Eisele (Kreisarchäologie Kelheim).

³⁴² Vgl. Archäologische Grabungsfläche 9, Aufschluß für bodenkundliche Profilaufnahmen A (Abb. 119). Der vierte, äußerste Abschnittswall auf dem sogenannten Arzberg ist ungefähr 1400m lang, bis zu 5m hoch und an der Basis durchschnittlich 20m breit (Rind 1997b: 78).

Profil 7137-101 (Frauenberg 1) (Abb. 121) befindet sich auf 415m NN, 7m nördlich der Wallkrone des äußersten Abschnittswalles. Reliefposition ist eine (anthropogen bedingte) Hangverflachung im mit 4 bis 5° nach Südosten geneigten Mittelhangbereich.

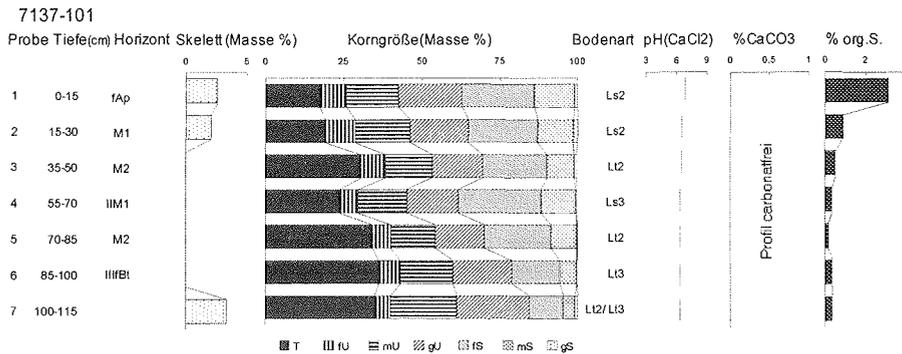


Abb. 121: Profil 7137-101 (Frauenberg 1)³⁴³; Laboranalytische Standardwerte.

Über periglazial verlagerten Malmkalken in einer Matrix aus Albverwitterungslehmen, die 1,15m unter der Geländeoberkante anstehen, findet sich der noch 0,3m erhaltene, von Kolluvien überdeckte Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde. Skelettanteile in Form von Quarzen und Malmkalken weisen auf die Genese dieses Bt-Horizontes aus einer Lößlehmfleßerde hin. Der tonige Lehm ist polyedrisch ausgebildet; Hinweise auf eine hydromorphe Überprägung treten nicht auf. Mit 35% Tongehalt ist der Tonanreicherungshorizont bereits im Rahmen einer holozänen Bt-Bildung aus Löß als gut entwickelt anzusprechen (7137-101/7 und 7137-101/6). Überlagert und diskordant abgesetzt ist der Horizont von insgesamt 0,85m mächtigen Kolluvien³⁴⁴. Diese Kolluvien sind in sich zweigeteilt und jeweils durch pedogenetische Prozesse differenziert. Das liegende Kolluvium ist humusärmer und als toniger bis sandiger Lehm ausgebildet. Zwischen dem hangenden IIM1 (717-101/4)- und dem liegenden IIM2 (7137-101/5)-Horizont beträgt die Tongehaltsdifferenz knapp 10%. Sie ist sowohl auf primäre Sedimentunterschiede als auch auf pedogenetische Prozesse innerhalb des Kolluviums zurückzuführen. Stratigraphisch dünnt dieses Sediment zwar in Richtung Wallschüttung aus, es zeigt sich aber eindeutig eine Anbindung an die präurnfelderzeitlichen Kolluvien im Liegenden des äußersten Abschnittswalles. Ich interpretiere dieses Kolluvium auch in soweit als präurnfelderzeitlich, da für die Tonverlagerung im Kolluvium, die sich an den Tonbelägen im IIM2-Horizont eindeutig erkennen läßt, eine Zeit morphodynamischer Stabilität mit entsprechender, Bodenbildung fördernder Vegetation voraussetzt. Diese Bedingungen sind sicherlich nur in einem Kolluvium gegeben, daß bereits einige Zeit vor der ersten Errichtung des Walles abgelagert wurde. Aus siedlungsarchäologischer Sicht kommen hier das Mittelneolithikum, wahrscheinlicher aber frühere Phasen der Bronzezeit in Betracht. Über dem präurnfelderzeitlichen Kolluvium findet sich ein jüngeres kolluviales Paket, daß stratigraphisch jünger als die zweite Wallbauphase ist. Dieses posturnfelderzeitliche Sediment ist ähnlicher granulometrischer Zusammensetzung wie das ältere Kolluvium. Auch hier hat sich eine interne pedogenetische Differenzierung ergeben. Die Tongehaltsdifferenzen zwischen dem hangenden M1 (7137-101/2)- und dem liegenden M2 (7137-101/3)-Horizont betragen auch hier um 10%. Tonbeläge im liegenden M2-Horizont belegen erneut die in situ-Tonverlagerung, die neben substratbedingten Unterschieden zur Horizontdifferenzierung beiträgt³⁴⁵. Das jüngere Kolluvium ist hoher Wahr-

³⁴³ In den Proben 101/3, /4, /5 und /6 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

³⁴⁴ Die kolluvialen Sedimente sind zwar durch Holzkohlefitter eindeutig gekennzeichnet. Allerdings sind sie archäologisch steril. Eine Altersansprache der Kolluvien kann lediglich aus ihrer stratigraphischen Position abgeleitet werden.

³⁴⁵ Nach den Angaben der Arbeitsgruppe Boden (1994: 191) können beide Kolluvien als Parabraunerden angesprochen werden, da entsprechende Tongehaltsdifferenzen vorliegen. Allerdings zeigen die makroskopischen Befunde, daß die in situ gebildeten Toncutane in den jeweiligen M2-Horizonten nicht alleine für die Tongehaltsunterschiede verantwortlich sind. Diesen Erwägungen folgend, wird auf die Ausweisung von Parabraunerden verzichtet.

scheinlichkeit nach posturnenfelderzeitlich und möglicherweise mit frühlatènezeitlichen Eingriffen in Verbindung zu bringen (vgl. **Malin-Boyce 1997**). Eine großflächige, die Bodenbildung fördernde Bewaldung im Anschluß an die vorgeschichtliche Besiedlung am Frauenberg ist anzunehmen (**Christlein 1971**).

Im Profil 7137-101 läßt sich damit über der erosiv verkürzten holozänen Parabraunerde ein 0,3m mächtiges präurnenfelderzeitliches und ein etwa 0,5m starkes posturnenfelderzeitliches Kolluvium abgrenzen. Beide Kolluvien sind pedogenetisch im Sinne einer Tonverlagerung differenziert. Dies impliziert morphodynamische Stabilitätsphasen mit einer längerfristigen Wiederbewaldung (vgl. **Bork 1988**).

Die tonmineralogischen Befunde (Abb. 122, Abb. 123, Abb. 124) können die beiden Kolluvien *nicht* eindeutig voneinander trennen. Im Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde ist der relative Anteil der 1,4nm-Mineraie höher als in den kolluvialen Substraten (Abb. 122). Darüber hinaus treten nur im Bt-Horizont spürbar quellfähige Tonminerale in Erscheinung (Abb. 123). Die Tonfraktion der Kolluvien zeigt demgegenüber keine quellfähigen Komponenten. Kontraktionsbehinderungen können ansatzweise lediglich im posturnenfelderzeitlichen Sediment beschrieben werden (Abb. 124). Wahrscheinlich handelt es sich bei diesen Tonmineralen um lithogene Chlorite, da das Pedomilieu bei $\text{pH}(\text{CaCl}_2)$ -Werten von > 6 nicht für die Bildung pedogener Chlorite spricht. Dieser sehr schwach ausgeprägte 1,4nm-Reflex im jüngeren Kolluvium ist tonmineralogisch der *einzige* Hinweise zur Trennung der Sedimente. Hinsichtlich der Tonmineralzusammensetzung zeigt sich eindeutig die nahe Substratverwandtschaft sowohl der umgelagerten Sedimente als auch der erosiv stark verkürzten, fossilen holozänen Böden.

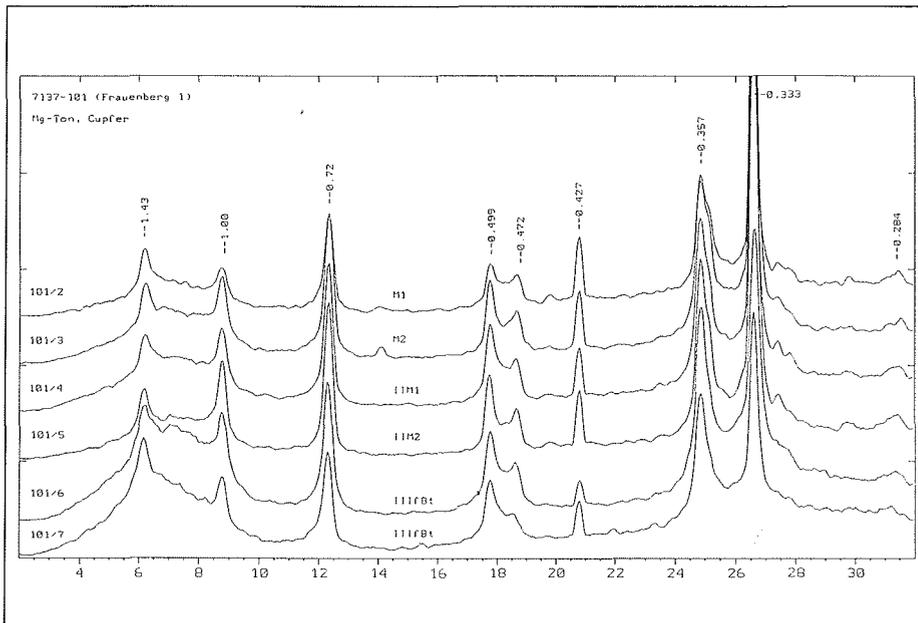


Abb. 122: Diffraktogramme des Profils 7137-101 (Frauenberg 1): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion $< 2\mu\text{m}$).

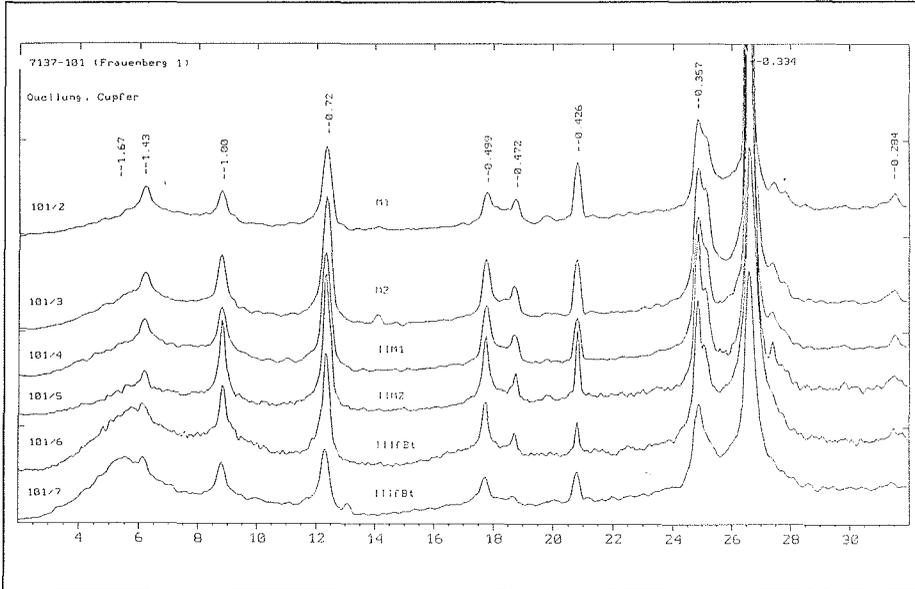


Abb. 123: Diffraktogramme des Profils 7137-101 (Frauenberg 1): Quellungspräparate (Tonfraktion < 2µm).

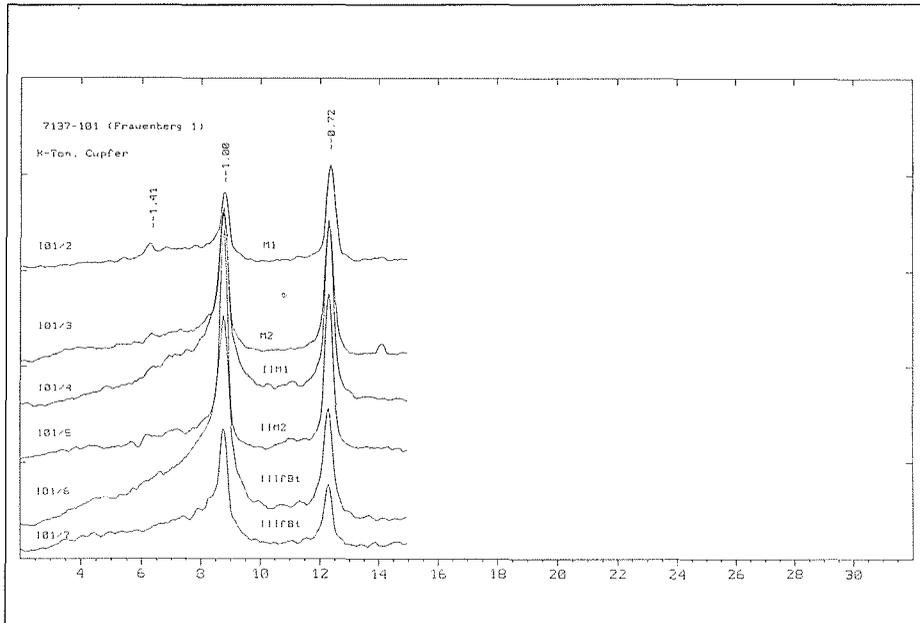


Abb. 124: Diffraktogramme des Profils 7137-101 (Frauenberg 1): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).

Wenige Meter südöstlich, in Richtung des urnenfelderzeitlichen Wallles befindet sich das Profil 7137-102 (Frauenberg 2) (Abb. 125). Etwa 10m westlich und hangparallel liegt in einem weiteren Wallschnitt Profil 7137-141 (Frauenberg 41) (Abb. 126, Abb. 127, Foto 6). Im Gegensatz zu Profil 7137-101 treten in wallnäheren Profilen geringere pedogenetischen Differenzierungen innerhalb der mehrgliedrigen Kolluvien auf. Darüber hinaus unterscheiden sich die Profile 7137-102 und 7137-141 durch abweichende holozäne Bodenbildungen voneinander.

An der Basis des Profils 7137-102 befinden sich ab einer Tiefe von 1,4m periglazial umgelagerte Malmkalke. Diese werden von einem nur noch 0,2m mächtigen Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde, entwickelt aus einer Lößlehmfließerde, überdeckt (7137-102/8). Darüber folgt zwischen 1,0 und 1,2m unter der Geländeoberkante ein M?-fBt-Horizont (7137-102/7). Es handelt sich um einen schwach tonigen Lehm, der sich vom liegenden Bt-Horizont durch höhere Sand- (29% gegenüber 21%) und geringere Schluffanteile (37% gegenüber 47%) bei vergleichbaren Tongehalten zwischen 31 und 34% granulometrisch deutlich abgrenzen läßt. Im oberen Teil finden sich vereinzelt Holzkohlefitter. Es ist nicht eindeutig zu belegen, ob es sich um ein anthropogen induziertes, lokal umgelagertes Kolluvium aus Bt-Material handelt, oder um einen sedimentologisch zu differenzierenden Bt-Horizont aus Lößlehmfließerde, in den in den oberen Horizontbereich bioturbat Holzkohlefitter eingemengt worden sind. Außer den Holzkohlen treten *keine* Hinweise auf eine anthropogene Herkunft des Horizontes auf. Eine genauere Interpretation muß vor dem Hintergrund der kurz ange deuteten Möglichkeiten vorerst offen gelassen werden. Ein pedogenetischer Zusammenhang mit dem hangenden Kolluvium scheint jedoch ausgeschlossen.

Die dreigliedrigen kolluvialen Sedimente des Profils 7137-102 können zeitlich eingeordnet werden. Das älteste Kolluvium (7137-102/6 bis 102/4) setzt sich durch eine Lage von carbonathaltigen Skeletten (= erste Wallbauphase) vom liegenden M?-fBt-Horizont ab. Es erreicht eine vertikale Erstreckung von 0,5m und wird seinerseits nach oben von einer Holzkohlelage getrennt. Das carbonatfreie, sehr schwach humose, braune (10YR 4/6) bis leuchtend gelblich-braune (10YR6/6) Kolluvium zeichnet sich durch hohe Sandlößanteile aus (vgl. 7137-141/7)³⁴⁶.

Das Kolluvium ist homogen und pedogenetisch nicht differenziert. Es ist urnenfelderzeitlich, da es die Ausläufer der ersten Wallbauphase überdeckt und selbst von einer Holzkohleschicht fossilisiert wird, die als Ausdruck eines katastrophalen Brandereignisses der zweiten Wallbauphase interpretiert wird. Unmittelbar darüber, partiell auch eingemengt in die Holzkohleschicht, findet sich ein weiteres, geringmächtiges (0,2m), kolluvial verlagertes Sediment (7137-102/3), das in seiner granulometrischen Zusammensetzung dem älteren entspricht. Auch hier ist ein hoher Sandlößanteil festzustellen. Dieses Sediment muß kurz nach dem katastrophalen Brandereignis, das die zweite Bauphase beendet, zur Ablagerung gekommen sein. Es wird von einem weiteren, mit 0,3m ebenfalls nicht sehr mächtigen, tonig-lehmigen Sedimentpaket fossilisiert, in dem deutliche Zeichen einer Pedogenese vorzufinden sind. Im M-Horizont (7137-102/2) kommt es zu nestartigen Tonericherungen. Aus der granulometrischen Zusammensetzung wird deutlich, daß in diesem Sediment eindeutig Substratunterschiede vorliegen, die pedogenetisch überprägt wurden. Stratigraphisch handelt es sich um ein posturnenfelderzeitliches, möglicherweise frühlatènezeitliches Sediment (s.o.), das dem jüngeren Kolluvium des Profils 7137-101 zeitlich gleichzusetzen ist.

³⁴⁶ Der Sandlöß kann bis zu 12% Mittelsand aufweisen (Weber 1978: 285). Darüber hinaus beschreibt Weber (1978: 289) aus dem Westteil des Blattes Abensberg Flugsande, deren Altersstellung (spätglazial bis altholozän) jünger ist. Granulometrisch liegt „die Flugsand-Hauptkörnung [...] im Mittel- bis Feinsandbereich“ (Weber 1978: 289). Auskartiert sind die äolischen Ablagerungen allerdings lediglich bis Staubing südwestlich des Frauenberges und in geringeren Höhen. Diez (1968) nimmt für diese äolischen Sedimente Transportwinde aus Süd bis Südwest aus. Es ist nicht ausgeschlossen, daß auch am Frauenberg partiell Flugsande zur Ablagerung gekommen sind, die auch in den kolluvialen Sedimenten vertreten sind. Eine erweiterte Diskussion der äolischen Komponenten am Frauenberg erfolgt u.a. bei der Besprechung der Profile unterhalb des äußersten Abschnittswalles.

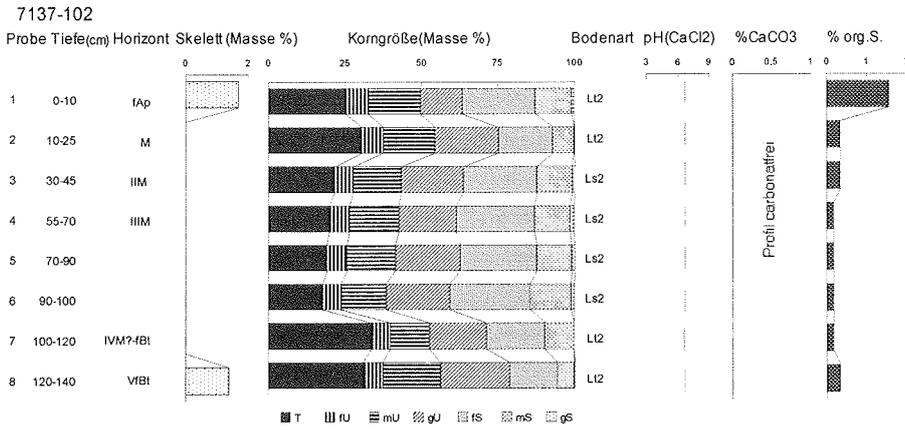


Abb. 125: Profil 7137-102 (Frauenberg 2)³⁴⁷: Laboranalytische Standardwerte.

In Profil 7137-141 (Abb. 126, Abb. 127, vgl. Kap. 9.1.9.1), das am östlichen Rand einer pleistozänen Delle liegt, die in der heutigen Oberflächenmorphologie nur noch schwach erkennbar ist, tritt anstelle der basalen Lößlehme ein grobschluffdominierter Löß mit untergeordneten Sandanteilen in Erscheinung (7137-141/7).

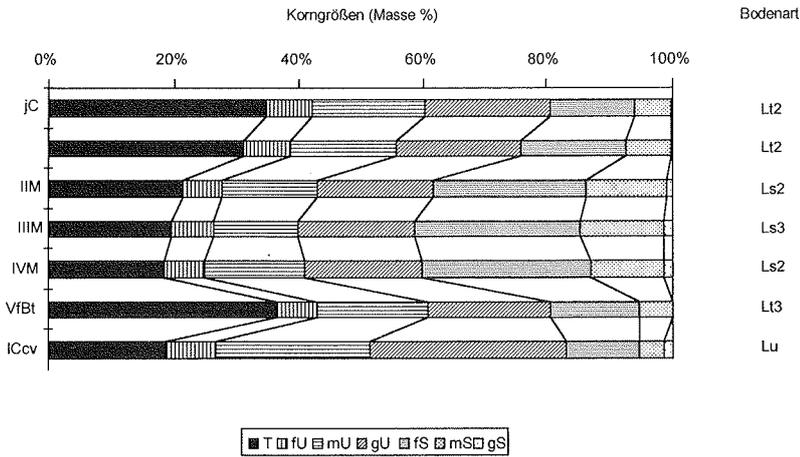


Abb. 126: Korngrößenzusammensetzung von Profil 7137-141 (Frauenberg 41).

³⁴⁷ In den Proben 102/2, /3, /4, /5, /6 und /7 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfasst.

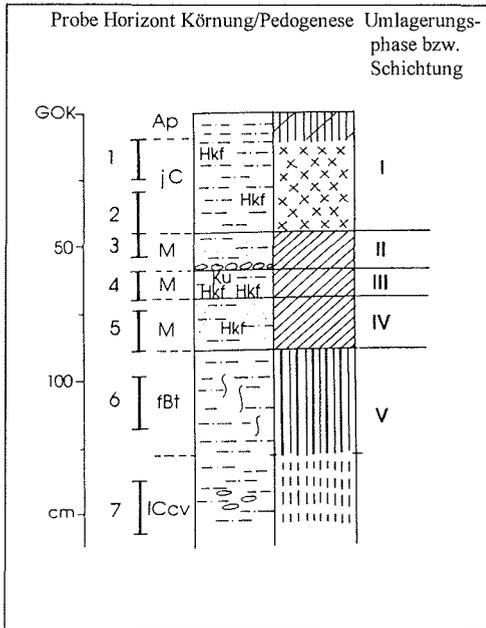


Abb. 127: Profil 7137-141 (Frauenberg 41).

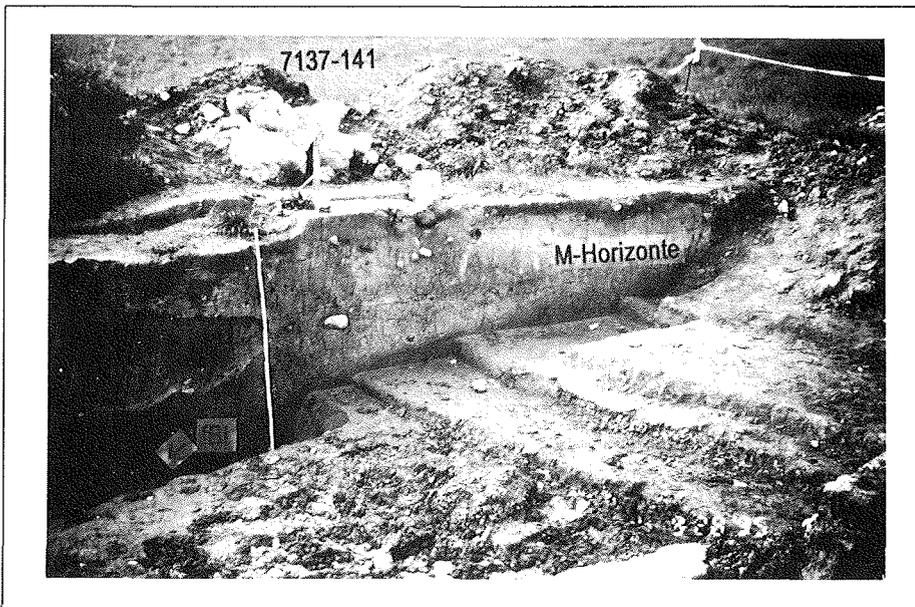


Foto 6: Frauenberg: Äußerster Abschnittswall - Westprofil des zweiten Wallschnittes (Profil 7137-141) (vgl. Abb. 127, Abb. 119, Archäologische Grabungsfläche 9 und Aufschluß A für bodenkundliche Profilaufnahmen).

Der Löß ist sehr carbonatreich (knapp 29% CaCO₃), weist nur äußerst geringe Fremdanteile (kleinere Malmbruchstücke) auf und hat lediglich einen Tongehalt von etwa 19%. Der Habitus dieses Sediments, das ab einer Tiefe von 1,3m in einer vertikalen Erstreckung von 0,3m aufgeschlossen war, belegt einen ungeschichteten, kaum verlagerten originären Löß³⁴⁸. Von der Bodenbildung aus diesem Würmlöß ist lediglich noch der tonig-lehmige Bt-Horizont (7137-141/6) in einer Restmächtigkeit von 0,4m erhalten. Darüber folgen jene dreigliedrigen Kolluvien, die bereits in Profil 7137-102 vorgestellt wurden. Es handelt sich ausschließlich um einander ähnliche, sehr schwach humose, sandig-lehmige, stark lößbeeinflusste Substrate mit Mächtigkeiten zwischen 0,1 und 0,2m. Sie werden durch Holzkohle³⁴⁹ bzw. Skelettlagen voneinander getrennt. Die Sedimente sind pedogenetisch nicht weiter zu differenzieren. Abgeschlossen wird das Profil 7137-141 durch einen 0,45m mächtigen Auftragsboden aus tonreichem Bt-Material, über dessen Alter keine Aussagen getroffen werden können.

Profil 7137-103 (Frauenberg 3) (vgl. Kap. 9.1.9.1), direkt unter der Wallkrone des vierten Abschnittswalles positioniert, ergänzt die Ausführungen zu den Umlagerungs- und Bodenbildungsprozessen im direkten Einzugsbereiches der äußersten Verteidigungsanlage des Frauenberges. Eindeutig ist ein früh- bis präurnfelderzeitliches Kolluvium ausgliederbar, auf dem der erste urnfelderzeitliche Wall errichtet wurde. Dabei handelt es sich um ein sehr stark sandlößhaltiges Sediment (Sandanteile bei 45%). Zwischen den urnfelderzeitlichen Wallbauphasen treten 0,5m mächtige, von Holzkohleflittern durchsetzte Umlagerungssedimente auf. Diese, bereits aus den Profilen 7137-102 und 7137-141 bekannt gemachten, urnfelderzeitlichen Kolluvien weisen auf eine sehr starke Bodenerosion zwischen den beiden, einander kurzfristig folgenden Bauphasen hin. Ein posturnfelderzeitliche Kolluvium ist aufgrund der Reliefsituation an dieser Stelle nicht ausgebildet. Abgeschlossen wird das Profil von einem Boden aus aufgeschüttetem, sandigem Wallmaterial, der mit gebührender Vorsicht bodentypologisch als Regosol anzusprechen ist.

Um zu einer genaueren Interpretation präurnfelderzeitlicher Böden und Sedimente auf dem Frauenberg zu gelangen, wurden weiter Profile näher untersucht, die von der mächtigen ältesten Wallschüttung fossilisiert wurden und bei denen ein urnfelderzeitlicher bis posturnfelderzeitlicher pedogenetischer „Durchgriff“ auszuschließen ist. Profil 7137-104 (Frauenberg 4) (Abb. 128) dokumentiert die angesprochene Situation.

Basis des Profils stellen hier ab einer Tiefe von 0,55m³⁵⁰ periglazial umgelagerte Malmkalke in einer Matrix aus Albverwitterungslehmen dar. Darüber (7137-104/4) folgt der sehr geringmächtige Bt-Horizont der holozänen Bodenbildung. Sein Skelettgehalt weist auf die Entwicklung aus einer Lößlehmfließerde hin. Er ist mit den bereits vorgestellten, nativen Bt-Horizonten problemlos zu konnektieren. Nach oben hin setzt sich das Profil durch einen IIM?-fBt-Horizont (7137-104/3) fort, auf den bereits weiter oben hingewiesen wurde. Regelmäßig treten in diesem Horizont höhere Sandgehalte³⁵¹ bei vergleichbaren Tonanteilen als im fBt-Horizont auf. Darüber hinaus finden sich in der Matrix neben Quarzkiesen auch Skelettbruchstücke aus Malmkalken. Der M?-fBt-Horizont in Profil 7137-104 ist frei von Holzkohlen, so daß hier wohl von einer holozänen Bodenbildung ausgegangen werden kann, die über beide voneinander zu differenzierenden Sedimente hinweggegriffen hat. Die höheren Sandanteile des hangenden Horizontes sind folgerichtig mit jüngeren, sandigeren Lössen (vgl. Weber 1978) in Zusammenhang zu bringen.

Eindeutig als kolluviales, holozän umgelagertes Sediment anzusprechen sind in Profil 7137-104 ausschließlich die obersten 0,35m (7137-104/2 und 7137-104/1). Dabei handelt es sich meines Erachtens um zwei unterschiedliche Sedimente, die nicht miteinander in Beziehung zu setzen sind. Das ältere Kolluvium, hydromorph überprägt, ist stärker tonig und weniger sandig als das jüngere Kolluvium ausgestattet, ferner äußerst inhomogen und durchmischt. Einige wenige Toncutane durchziehen den von einzelnen Kiesen durchsetzten Horizont.

³⁴⁸ Weitere Bohrungen im Wall ergaben, daß der würmzeitliche Löß in bestimmten Reliefpositionen (s.u.) unter die Verteidigungsanlage durchzieht.

³⁴⁹ Die Holzkohlelage wird der jüngsten Wallphase zugerechnet. Pfostenstandspuren und eine Holzkohleschicht mit verkohlten Holzbrettern (darunter Eichenbohlen) lassen auf einen „hölzernen Umgang“ schließen (Rind 1997b: 81).

³⁵⁰ Die Unterkante der Wallschüttung wurde hier als Bezugsgröße herangezogen.

³⁵¹ Dies betrifft sowohl die Mittelsand- als auch die Feinsandanteile.

242 5 Ergebnisse

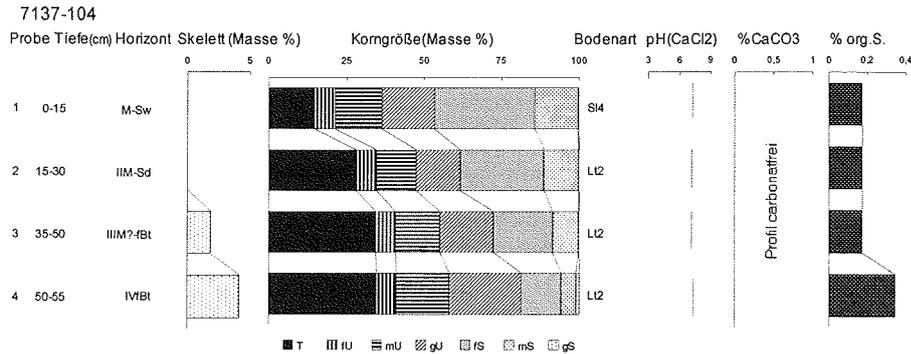


Abb. 128: Profil 7137-104 (Frauenberg 4)³⁵²: Laboranalytische Standardwerte.

Die Gehalte an pedogenem Eisen liegen in den Kolluvien unter 1%, während sie in den Bt-Horizonten (104/4 und 104/3) mehr als 1% erreichen (Abb. 130). Das pyrophosphatlösliche Eisen spielt aufgrund der sehr geringen Werte an organischer Substanz (< 0,5%) erwartungsgemäß keine Rolle. Ein Tiefenverlauf von Fep ist nicht auszumachen. Demgegenüber zeigen die oxalat- und dithionitlöslichen Fraktionen des pedogenen Eisens eindeutige Tiefenfunktionen. In den kolluvialen Sedimenten sind die Anteile der amorphen Eisenoxide höher als in den Tonanreicherungs-horizonten (Abb. 129). Dies drückt sich auch in den modifizierten Aktivitätsgraden aus, die allerdings durchgängig < 1 sind (vgl. Abb. 131). Im Tiefenverlauf des dithionitlöslichen Eisens prägt sich dessen enge Bindung an die Tongehalte und damit an den, hier bereits abgeschlossenen Tonverlagerungsprozeß durch. Der IIIM?-fBt- und IVfBt-Horizont unterscheiden sich sowohl in der quantitativen Zusammensetzung der unterschiedlichen Eisenfraktionen als auch im Gesamtgehalt des pedogenen Eisens nur unwesentlich voneinander. Ich werte dies als Beleg für eine relative Homogenität der Substrate und ferner als Hinweis auf *einen* pedogenetischen Prozeß, der beide Sedimente ergriff.

Der M-Sw-Horizont setzt sich vom M-Sd-Horizont durch deutlich höhere Feo- und niedrigere Fed-Gehalte ab. Das kann vorsichtig als Schichtungshinweis in den Kolluvien gedeutet werden.

Sonst zeigt das mehrschichtig aufgebaute, im wesentlichen präürnenfelderzeitliche Bodenprofil einen Tiefenverlauf der pedogenen Eisenoxide, der rein durch pedogenetische Translokationsprozesse (Lessivierung) erklärt werden kann.

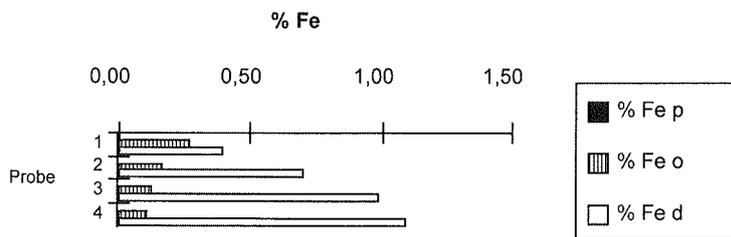


Abb. 129: Profil 7137-104 (Frauenberg 4): Pedogenes Eisen - Anteile der unterschiedlich gebundenen Fraktionen.

³⁵² In den Proben 104/1 und /2 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

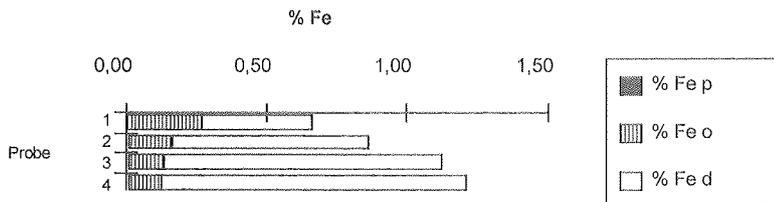


Abb. 130: Profil 7137-104 (Frauenberg 4): Tiefenverlauf des pedogenen Eisens.

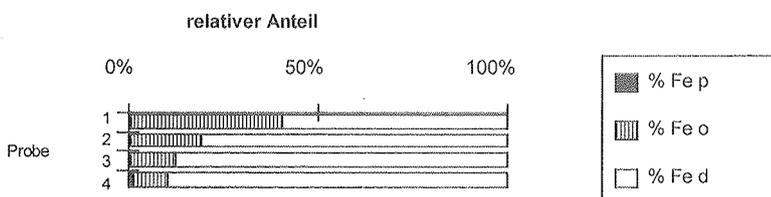


Abb. 131: Profil 7137-104 (Frauenberg 4): Relativer Anteil der unterschiedlich gebundenen Fraktionen des pedogenen Eisens.

In der Zusammensetzung der Tonfraktion (Abb. 132, Abb. 133, Abb. 134) ist in den kolluvialen Sedimenten ein relativ geringer Anteil an 1,4nm-Mineralen (Abb. 132) festzuhalten, wobei sich dieses „Defizit“ ausgeprägter darstellt als in Profil 7137-101. In *sämtlichen* Proben sind recht hohe Mengen an Illiten und Kaoliniten feststellbar. Quellfähige 1,4nm-Mineralen (Smectite, niedrig geladene Vermiculite) treten regelmäßig auf. Durch das Erscheinungsbild quellfähiger Tonminerale unterscheiden sich die Kolluvien dieses Profils von den Kolluvien im Profil 7137-101. Der Anteil quellfähiger Minerale nimmt innerhalb des Profils nach unten hin zu (Abb. 133), wobei die Aufweitungserscheinungen im M?-fBt-Horizont recht diffus sind. Neben quellfähigen 1,4nm-Mineralen sind wechselnde Anteile an nicht quellfähigen, aber vollständig kontrahierbaren Mineralen dieses Basisabstandes (hochgeladene Vermiculite) zu erkennen. Chlorite kommen nicht vor. Zur Ausweisung von Schichtgrenzen können die Tonminerale zwar nicht herangezogen werden. Aber es lassen sich geringe Unterschiede in der Tonmineralgarnitur unterschiedlich alter Kolluvien (vgl. Profil 7137-101 und Profil 7137-104) zeigen. Darüber hinaus wird die mineralogische Homogenität der Bt-Horizonte der holozänen Parabraunerden dokumentiert (vgl. Profil 7137-101).

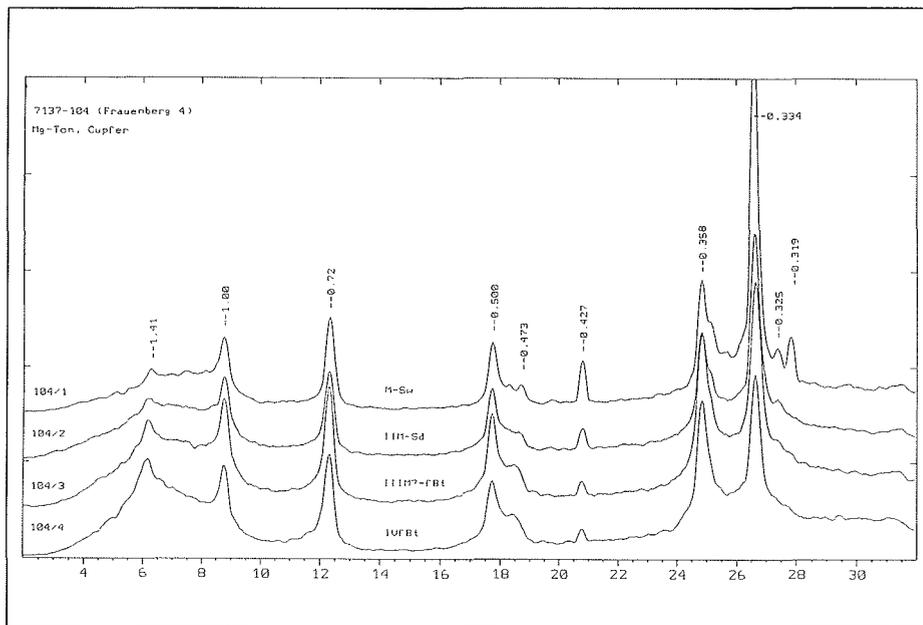


Abb. 132: Diffraktogramme des Profils 7137-104 (Frauenberg 4): Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion $< 2\mu\text{m}$).

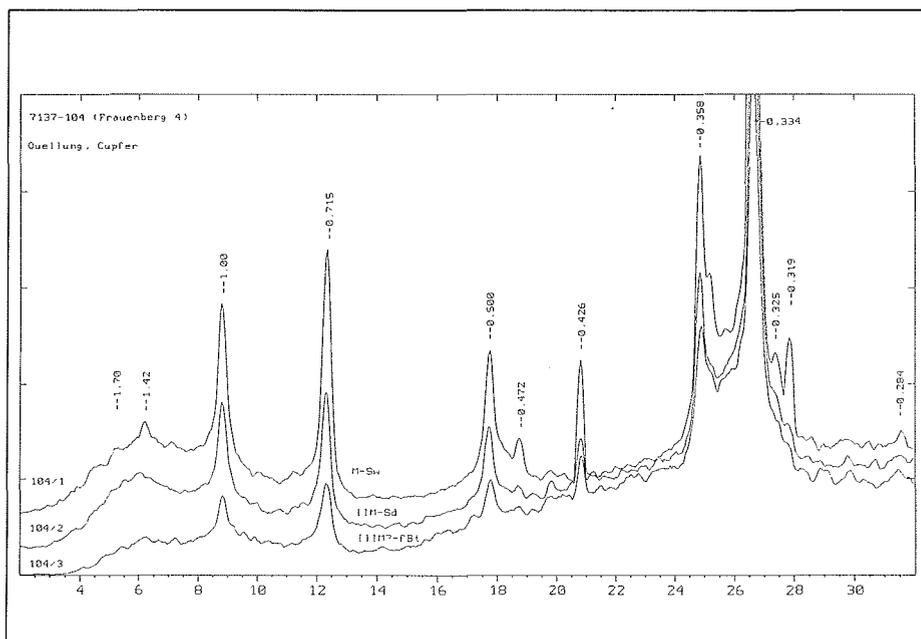


Abb. 133: Diffraktogramme des Profils 7137-104 (Frauenberg 4): Quellungspräparate (Tonfraktion $< 2\mu\text{m}$).

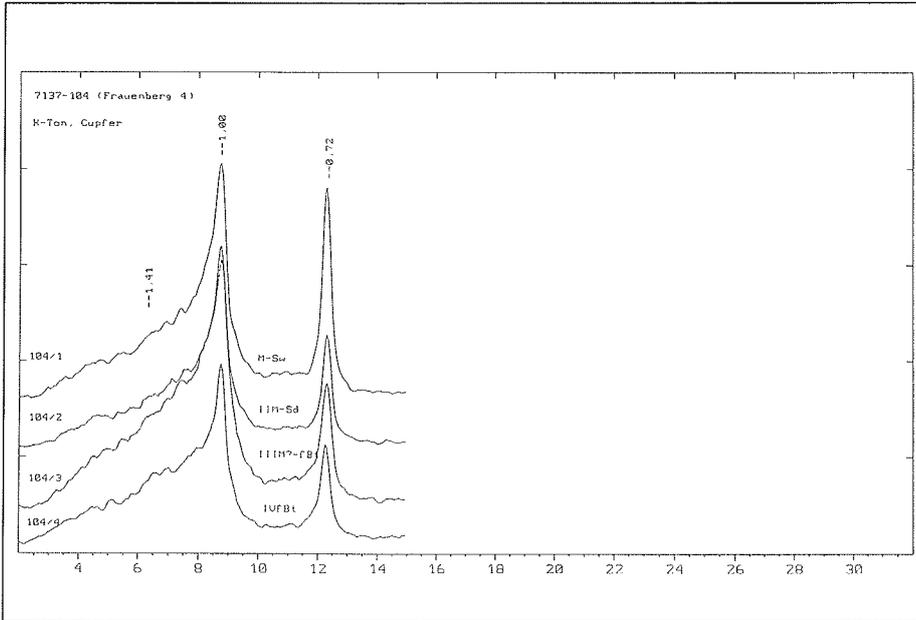


Abb. 134: Diffraktogramme des Profils 7137-104 (Frauenberg 4): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion < 2µm).

Dem äußersten Abschnittswall ist ein maximal 3,2m breiter und 0,7m tiefer Graben vorgelagert, der mit kolluvialen Material verfüllt ist (Rind 1997b: 81). Steine aus der Mauerversturzschicht darin nicht auf. Rind (1997b: 81) geht davon aus, daß in den Graben gestürzte Steine nach dem Mauerversturz erneut zum Aufbau eines wehrtechnischen Hindernisses herangezogen wurden.

Profil 7137-106 (Frauenberg 6) (Abb. 135) zeigt exemplarisch den Aufbau der Böden im talseitigen Graben des äußersten Abschnittswalles. Der Graben ist etwa 0,5m tief verfüllt und liegt einem pleistozän verlagerten Kalkschutt diskordant auf. Aufgrund der morphologischen Situation ist es wahrscheinlich, daß die Verfüllung des Grabens unmittelbar im Anschluß an das Ende der jüngsten Wallphase einsetzte.

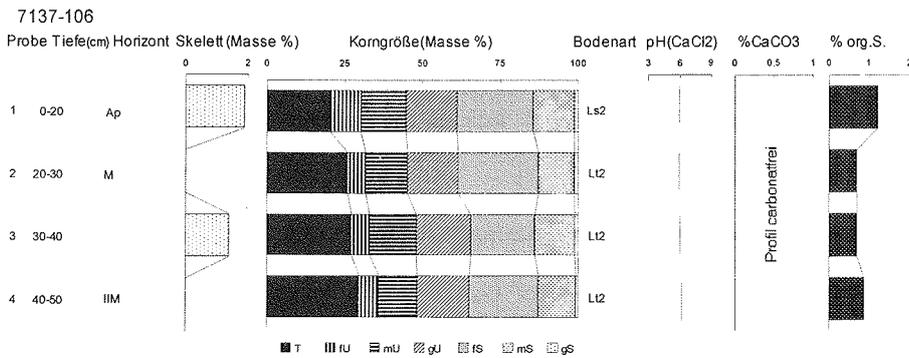


Abb. 135: Profil 7137-106 (Frauenberg 6)³⁵³: Laboranalytische Standardwerte.

³⁵³ In den Proben 106/2 und /4 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

Lediglich die obersten 0,2m der Grabensubstrate sind jüngeren Datums. Die carbonatfreien, sehr schwach humosen Sedimente der Grabenfüllung sind granulometrisch äußerst homogen aufgebaut. Ihre (Sand)-lößherkunft ist durch sedimentologische Daten belegt. In den 0,3m des urnenfelderzeitlich umgelagerten Sedimentes ist es in den letzten etwa 3000 Jahren BP (cal) lediglich zu einer schwachen Lessivierung mit Tongehaltdifferenzen von ca. 5% gekommen. Der pedogenetische Prozeß ist in den Grabenverfüllungen makroskopisch eindeutig nachzuvollziehen. Weitergehende pedogenetische Differenzierungen, mit Ausnahme einer nur untergeordnet wirksamen Staunässedynamik, sind in der Grabenverfüllung auszuschließen.

Anhand ausgewählter Profile kann die lokale Erosions- und Sedimentationsgeschichte am äußersten Abschnittswall des Frauenberges dargestellt werden. Als natürliche Bodenbildung findet sich an diesem südostexponierten Hang eine Parabraunerde aus Lößlehm und in ehemaligen Hangdellen und -mulden eine Parabraunerde aus Lössen und Sandlössen. Bereits vor Errichtung der Wälle werden die Al-Horizonte der Parabraunerden größtenteils erodiert und durch hangwärtige Kolluvien überdeckt. In den ältesten, möglicherweise bronzezeitlichen, Kolluvien finden sich Hinweise einer pedogenetischen Differenzierung im Sinne einer Lessivierung, die eine morphodynamische Stabilitätsphase voraussetzt. Allerdings kommen diese Kolluvien räumlich nur sehr eingeschränkt vor. Verstärkte Bodenerosion setzt in der Urnenfelderzeit ein. Stützend auf die archäologischen Befunde, die zu einer Stratifizierung der Sedimente herangezogen werden können, ist von *drei* urnenfelderzeitlichen Sedimentumlagerungsphasen auszugehen. Die erste Phase setzt vor bzw. mit der ersten Wallbauphase ein, eine zweite Phase ist zeitlich zwischen die beiden Wallerrichtungen zu setzen, ein dritter Abschnitt folgt kurz auf die bzw. fällt zusammen mit der Zerstörung des jüngeren Wallkörpers. Urnenfelderzeitlich umgelagerte Sedimente zeigen *keine* Hinweise auf pedogenetische Prozesse. Auch das maximal 0,5m mächtige Sediment, das stellenweise die erste Wallphase von der zweiten trennt, ist völlig homogen aufgebaut. Damit ist eine längere Stabilitätsphase mit Bodenbildung zwischen den beiden Wallphasen auszuschließen. Dies geht konform mit den archäologischen Befunden und den bisher vorliegenden Radiocarbonatierungen (vgl. **Rind 1995, 1997b**). Überdeckt werden die urnenfelderzeitlich umgelagerten Sedimente von einem jüngeren, ebenfalls nur lokal erhaltenen Kolluvium, in dem Bodenbildung nachgewiesen werden kann. Auf das Alter dieser Kolluvien gibt es *keine* eindeutigen Hinweise. In Anlehnung an die siedlungsgeschichtlichen Befunde (**Koch 1991, Malin-Boyce 1997**) und aufgrund der pedogenetischen Belege wird die These eines (*früh*)latènezeitlichen Kolluviums formuliert. Sie ist noch durch Absolutdatierungen zu stützen.

Bei den bislang vorgestellten Befunden handelt es sich um Ergebnisse, die im nahen Umfeld äußerst intensiver und aktiver anthropogener Eingriffe erzielt werden konnten. Daraus können vorerst noch keine weiteren Schlüsse zur allgemeinen Landschaftsgeschichte des Frauenberges abgeleitet werden. Bevor auf die ergänzenden pedogenetischen Befunde an weiteren Wällen des Frauenberges einzugehen ist, wird erörtert, ob sich die Ergebnisse am äußersten Wall flächenmäßig erweitern lassen oder ob sie lediglich für den vorgestellten Kleinraum Gültigkeit haben. Im folgenden wird dies anhand mehrerer Hangcatenen unterhalb des vierten Abschnittswalles dokumentiert.

Böden und Sedimente unterhalb des 4. Abschnittswalles

Der nach Südosten exponierte Hang unterhalb des äußersten Abschnittswalles zeigt eine durchschnittlich Neigung von etwa 5 bis 6° (vgl. Abb. 119). Wahrscheinlich im 18. Jahrhundert wurden an diesem Hang Ackerterrassen angelegt, die heute durch Baum- bzw. Strauchvegetation talseits begrenzt sind. Rézent steht der Hang in oberen Bereichen unter Grünlandnutzung, während die Unterhangbereiche als Ackerland bearbeitet werden. Quer- und Längsschnitte (Abb. 136) belegen eine durch flache Dellen charakterisierte pleistozäne Paläooberfläche, die im Laufe des Holozäns einer erosiven Ausräumung und einer nachfolgenden kolluvialen Verfüllung unterworfen war.

Problematisch ist sowohl die zeitliche Einordnung der Kolluvien als auch die exakte Abtrennung kolluvialer Sedimente von pleistozänen Fließerden in den Bohrungen (vgl. **Thiemeyer 1988**). Die Kolluvien weisen wohl partiell Holzkohleflitter auf, sind jedoch meist archäologisch steril. Absolutdatierungen der Sedimente liegen bislang nicht vor. Deshalb erfolgt die zeitliche Einordnung der Umlagerungssedimente in Anbindung an die archäologischen Befunde, insbesondere unter Berücksichtigung der Errichtung des urnenfelderzeitlichen Abschnittswalles. Dieser Wall stellt nach seinem Bau eine lokale Erosionsbasis dar und verhindert zu einem überwiegenden Maße den Transport posturnenfelderzeitlicher Sedimente über den Walkörper hinaus. Darauf aufbauend, gehe ich davon aus, daß ein Großteil der in den Dellen abgelagerten Kolluvien urnenfelder- bis präurnenfelderzeitlichen Alters ist. Lediglich die obersten Profilbereiche sind als lokal umgelagerte junge Kolluvien zu interpretieren.

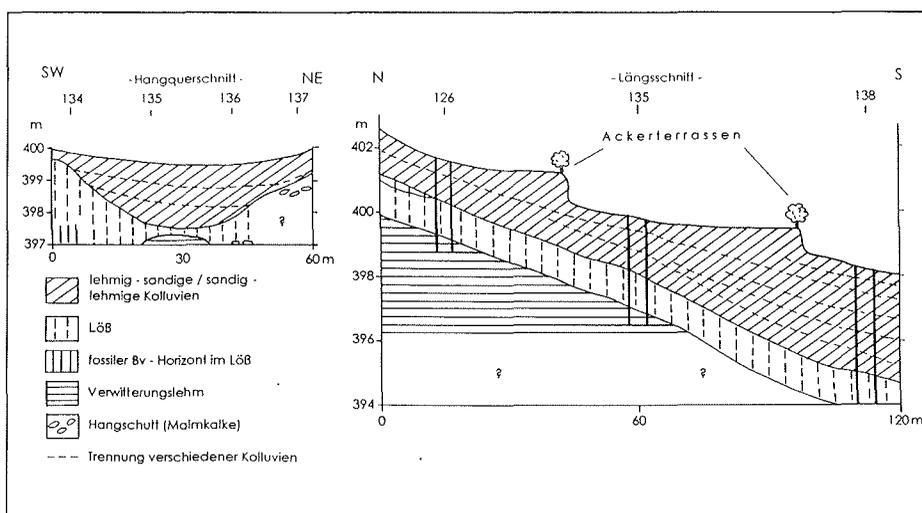


Abb. 136: Kolluviale Verfüllungen am Frauenberg südöstlich des vierten Abschnittswalles (aus: **Niller et al. 1997: 87**).

Der Aufbau der pleistozänen Dellenform kann anhand eines Hangquerschnitts detailliert betrachtet und erläutert werden. Es dokumentiert sich eine mächtige flächenhafte Lößbedeckung des Hanges, die zu den Rändern ehemaliger Mulden hin ausdünt (vgl. Profil 7137-137 (Frauenberg 37) (Kap. 9.1.9.4), Abb. 136). An diesen Rändern sind partiell noch Reste des Bt-Horizontes der holozänen Parabraunerde enthalten.

Profil 7137-133 (Frauenberg 33) (Abb. 137), ungefähr 40m westlich von Profil 7137-134 (vgl. Abb. 136), belegt die ehemalige Verbreitung von Parabraunerden an diesem Hang.

Über einer älteren Fließerde aus Albverwitterungslehmen mit eingelagerten Malmkalken, die ab einer Tiefe von 0,6m auftritt, findet sich eine Fließerde, die vorwiegend aus Löß, Lößlehm und untergeordnet aus Albverwitterungslehmen zusammengesetzt ist (7137-133/4). In diesem orangen (7,5YR 6/6), schwach tonigen Lehm sind Malmkalke eingelagert. Darüber hinaus ist die Matrix carbonathaltig (CaCO_3 -Gehalt: 7,2%). Aus dieser Fließerde, in die Toncutane hineinreichen, hat sich ein leuchtend brauner (7,5YR 5/8) Bt-Horizont (Tongehalt: 37%) entwickelt, der nur noch in einer Mächtigkeit von 0,15m erhalten ist (7137-133/3). Er wird von tonig-lehmigen, vorwiegend aus Bt-Material bestehenden, von Holzkohleflittern durchsetzten Kolluvien fossilisiert (7137-133/2 und 7137-133/1). Ein weiterer Beleg für die Ausbildung von Parabraunerden aus Löß bzw. Lößlehm in vergleichbaren Reliefpositionen findet sich u.a. in Profil 7137-122 (Frauenberg 22) (vgl. Abb. 158) oberhalb des vierten Abschnittswalles, auf das später ausführlicher einzugehen sein wird.

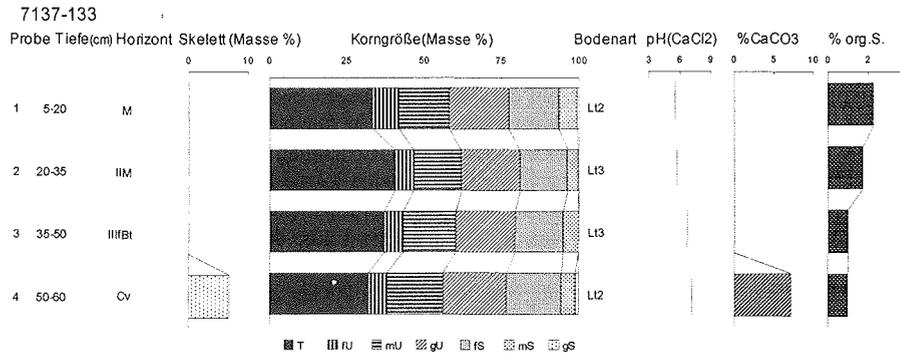


Abb. 137: Profil 7137-133 (Frauenberg 33)³⁵⁴: Laboranalytische Standardwerte.

Die pedologischen Befunde weisen darauf hin, daß der süd- bis südostexponierte Hang des Frauenberges zu Beginn der prähistorischen Nutzung flächenhaft von Parabraunerden bedeckt war. Auf diese, nachfolgend noch zu diskutierende, Annahme stützen sich die folgenden Ausführungen.

Profil 7137-134 (Frauenberg 34) (vgl. Kap. 9.1.9.4) zeigt eine lediglich 0,5m mächtige kolluviale Überdeckung des Würmlösses. Die Kolluvien sind an dieser Stelle ausnahmsweise carbonatreich, mit CaCO₃-Werten zwischen 11 und 15%. Sie sind schluffig-lehmig bis lehmig-sandig-schluffig und zeigen ungefähr die Körnung der liegende Lösses. Der Schluß liegt nahe, daß es sich um lokal, im Zuge aktueller agrarischer Nutzung, umgelagerte Lösses, bei denen eine schwache Decarbonatisierung aufgetreten ist, handelt.

Der bis in eine Tiefe von 1,7m erbohrte Löß wird mit wachsender Tiefe zunehmend feinkörniger und carbonathaltiger, was die stratigraphische Einordnung der Lösses nach **Weber (1978)** bestätigt. In etwa 2m Tiefe findet sich eine Verbraunungszone, deren Mächtigkeit in der Handbohrung nicht genau erkannt wurde. Der Horizont ist eindeutig tonhaltiger als die hangenden Lösses und nur schwach sekundär durch den Hangendlöß aufgekalkt (knapp 2% Carbonatgehalt). Ich nehme an, daß es sich hier um die bereits an anderen Orten vorgestellte mittelwürmzeitliche Bodenbildung handelt.

Etwa 20m nordöstlich von Profil 7137-134 befindet sich auf einer Höhe von 400m NN das Profil 7137-135 (Frauenberg 35) (Abb. 138, Abb. 139). In 3,5m Tiefe findet sich ein gelblich-brauner (10YR 5/6), schluffig-toniger, carbonatfreier Horizont, der als Alilverwitterungslehm mit untergeordneten Lößlehmbeimengungen zu deuten ist. An der Obergrenze sind Malmkalke eingelagert, die einer solifluidalen Bewegung unterworfen waren.

In einer Mächtigkeit von knapp 1,1m tritt der carbonatreiche, tonig-schluffige bis schluffig-lehmig-sandige Würmlöß von leuchtend brauner (10YR 6/6) Farbe auf. Diskordant überlagert wird er von drei Kolluvien³⁵⁵. Sie sind als sandige Lehme bzw. lehmige Sande ausgebildet. Der Lößeinfluß in den sehr schwach humosen Sedimenten ist äußerst gering. Granulometrisch handelt es sich um Sedimente mit einem hohen Flugsandanteil (vgl. **Weber 1978**), die nachfolgend einer fluvialen Umlagerung unterworfen waren. Trennbar sind die beiden älteren Kolluvien über ihre granulometrischen Daten. Das älteste Kolluvium (7137-135/6 und 7137-135/5) weist signifikant höhere Grobschluffanteile (ca. 13%) auf als das nächstjüngere (8 bis 10% Grobschluff), während sich das jüngste, bis in eine Tiefe von 0,4m reichende Kolluvium sich über die geringeren Tonanteile eindeutig von den liegenden Kolluvien in der periglazial angelegten Delle absetzt.

³⁵⁴ In den Proben 133/1, /2 und /3 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

³⁵⁵ Profilmorphologisch kann lediglich das jüngste Kolluvium in Profil 7137-136 aufgrund der Holzkohlebeimengungen sicher angesprochen werden. Die beiden älteren kolluvialen Sedimente weisen keine eindeutigen Kennzeichen für die Ansprache als Kolluvium auf.

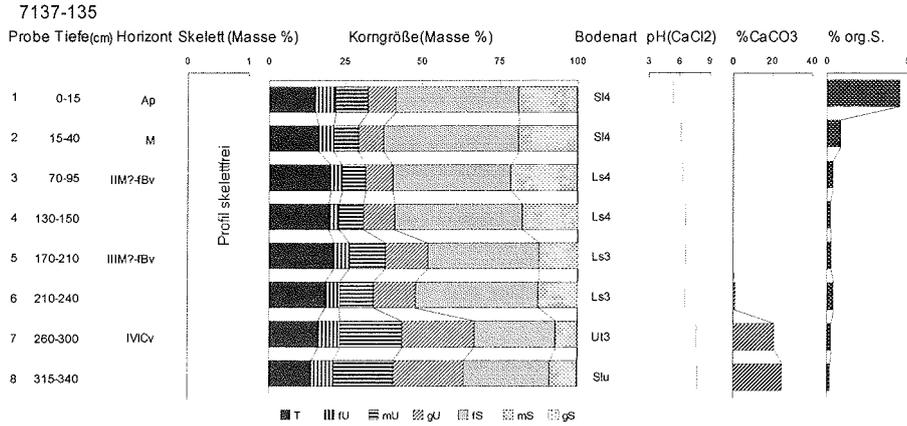


Abb. 138: Profil 7137-135 (Fauenberg 35)³⁵⁶. Laboranalytische Standardwerte.

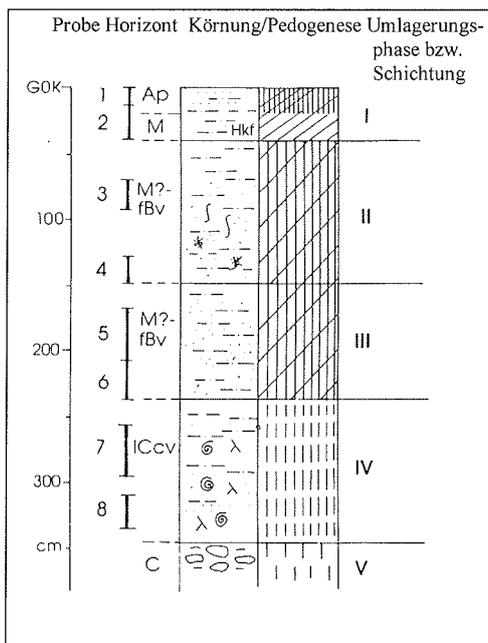


Abb. 139: Profil 7137-135 (Frauenberg 35).

Einen vergleichbaren Aufbau mit leicht abweichenden Tiefenangaben zeigt auch das 20m weiter nordöstlich befindliche Profil 7137-136 (Frauenberg 36) (vgl. Abb. 136). Es befindet sich am nordöstlichen Ende des Hangquerschnitts. Carbonathaltiger Löß fehlt an dieser Stelle. Über einer Skelettlage aus Malmkalken, die in einer Tiefe von 1,2m ansetzt, tritt ein zweigliedriges Kolluvium auf. Das ältere Kolluvium ist mit 28% Tonanteilen recht feinkörnig ausgebildet und findet keine sedimentologische Entsprechung in den bisher genannten

³⁵⁶ In den Proben 135/1, /7 und /8 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

250 5 Ergebnisse

Profilen, während das jüngere Kolluvium granulometrisch den Kolluvien aus Profil 7137-136 gleicht und dort einzubinden ist.

Das Hangquerprofil liegt in einem etwa 5° steilen Mittelhangbereich; das entsprechende Längsprofil zeigt die reliefabhängige Mächtigkeit der kolluvialen Verfüllungen (vgl. Abb. 136).

Profil 7137-126 (Frauenberg 26) (vgl. Kap. 9.1.9.4) liegt etwa 50m hangaufwärts von Profil 7137-135 in einer hangmorphologisch vergleichbaren Position. Über einem hellgrauen (10YR 8/2) Albverwitterungslehm mit eingelagerten Malmkalken unterschiedlicher Größe schließt sich in einer Tiefe zwischen 1,3 und 2,4m ein sehr carbonatreicher Würmlöß an, in dem wenige Skelettbruchstücke aus Malmkalken eine geringe periglaziale Bewegung bzw. krypturbate Durchmischung vermuten lassen. Im Vergleich zu den Lössen des Profils 7137-135 handelt es sich um stärker schluffdominierte Lössen mit entsprechend geringeren Feinsandanteilen (ca. 10 bis 15%). Auch hier ist eine „Vergröberung“ des Sediments nach oben hin feststellbar. Überdeckt wird der Löß von einem 0,6m mächtigen orangen (7,5YR 6/8), tonig-lehmigen Sediment, daß dem basalen Umlagerungs-sediment des Profils 7137-137 entspricht. Darüber folgt diskordant ein sandig-lehmiges Kolluvium. In der Summe stellen sich die kolluvialen Sedimente etwas dichter und bindiger als im hangabwärts liegenden Profil 7137-135 dar.

Bereits 50m hangabwärts von Profil 7137-135, hangmorphologisch am unteren Mittelhang kurz vor dem Übergang in den Unterhang gelegen, tritt der carbonatreiche Würmlöß erst in einer Tiefe von 3,2m auf.

Profil 7137-138 (Frauenberg 38) (Abb. 140) dokumentiert diese Situation. Über dem stark feinsandig geprägten Würmlöß schließt sich ein vielgliedriges Sedimentpaket an, das in sich granulometrisch weiter trennbar ist. Auffällig ist, daß die Sedimente hier wesentlich sandiger ausgebildet sind und auf eine Flugsandkomponente im Sinne von **Weber (1978)** hinweisen.

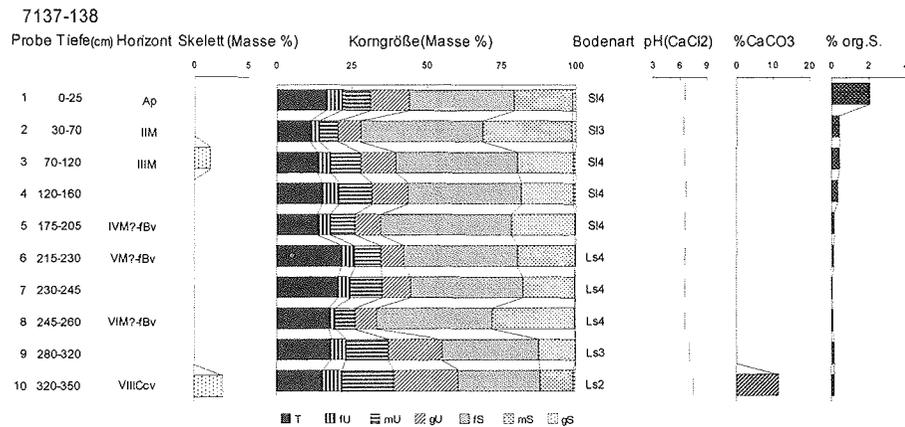


Abb. 140: Profil 7137-138 (Frauenberg 38)³⁵⁷: Laboranalytische Standardwerte.

Im Anschluß an eine flächendeckende Überkleidung mit Lössen unterschiedlicher Granulometrie, die partiell einer solifluidalen und krypturbaten Beanspruchung unterliegen, kommt es an diesen Hängen zu einer *flächendeckenden* holozänen Parabraunerdebildung. Am Hang selbst lassen sich jedoch nur noch äußerst vereinzelt Reste der Bt-Horizonte der holozänen Bodenbildung finden. In den ausdrücklich besprochenen Hangsequenzen finden sich *keine* Hinweise auf diese Böden. Beispiele u.a. aus Hessen von **Thiemeyer (1989b)** zeigen, daß entsprechende Kulturdellenquerprofile möglich sind. Allerdings stellen die am Frauenberg vorgefundenen Profilabfolgen Reste ehemaliger Parabraunerden eine Ausnahme unter den Dellenquerprofiltypen dar.

³⁵⁷ In den Proben 138/1, /2, /4, /8 und /9 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

Im Zuge einer Linearerosion, die aufgrund der urnenfelderzeitlich angelegten Wälle, *präurnenfelderzeitlichen* Alters sein muß, kommt es zur *vollständigen* Ausräumung der Parabraunerden. Die Erosion orientiert sich räumlich an den pleistozän angelegten Dellenformen. Auch an den Dellenflanken kommt es zu sehr hohen Abtragsleistungen. Die Kerbenbildung stellt nur ein metastabiles, kurzfristiges Stadium der Reliefentwicklung dar. Anschließend, noch prä-, jüngstens urnenfelderzeitlich erfolgt die erneute Verfüllung der Dellen und die Wiederherstellung bzw. des Ausgleichs pleistozäner Reliefformen mit sandigen Substraten, die genetisch als kolluvial umgelagerte Flugsande bis Sandlössen zu deuten sind. Hinweise auf entsprechende Sande finden sich noch vereinzelt auf dem Frauenbergplateau, so daß entsprechendes Material für die Verfüllung der Kerben zur Verfügung gestanden hat³⁵⁸. Die maximal 3,2m mächtigen Verfüllungen lassen sich stratigraphisch gliedern und belegen eine Mehrphasigkeit der Ablagerung. Pedogenese ist in diesen stark sandigen Sedimenten nur sehr schwach erkennbar (Entwicklung in Richtung einer Braunerde). Nach Bau der urnenfelderzeitlichen Wälle herrscht an diesem Hang, von gelegentlichen lokalen Umlagerungen und anthropogenen Eingriffen in Form der Anlage von Ackerterrassen abgesehen, im wesentlichen *Formungsruhe*.

Bei den dargelegten Vorstellungen zur Reliefentwicklung handelt es sich um Überlegungen, die sehr stark auf Plausibilitätsannahmen beruhen. Eindeutige Belege für eine anthropogene Bedingtheit der umgelagerten Sedimente kommen in Form von Holzkohlen, nicht in Gestalt keramischer Bestandteile, lediglich in wenigen Profilen, und wenn, dann ausschließlich beschränkt auf die obersten 0,8 bis 1,2m der umgelagerten Sedimente vor. Die älteren kolluvialen Sedimente sind ausnahmslos archäologisch steril und frei von Holzkohlen (s.o.).

Ein alternatives Reliefentwicklungsmodell ginge von der Ablagerung spätglazialer Sandlössen und Flugsande über den würmzeitlichen Lössen und einem nachfolgenden periglazialen Transport aus. Folgt man dieser Annahme, die aufgrund möglicher Konvergenzerscheinungen (vgl. **Thiemeyer 1988**) nicht gänzlich auszuschließen ist, dann beschränken sich die anthropogenen Umgestaltungen lediglich auf vergleichsweise wenig tiefgreifende, ausschließlich flächenhafte Prozesse. Für eine solche Interpretation spricht neben den fehlenden direkten Hinweisen auf anthropogene Eingriffe auch der durchgängig geringe Humusgehalt (durchschnittlich 0,2%) der Substrate.

Eine eindeutige und abschließende Klärung des Sachverhaltes kann meines Erachtens auf der Grundlage von Bohrungen nur durch Absolutdatierungen (OSL) erzielt werden und muß zum gegenwärtigen Zeitpunkt offen gelassen werden.

Wegen der angeführten Argumente wie Bt-Reste von Parabraunerden in Reliefpositionen am Hang und auf dem Plateau, Zusammensetzung der Substrate auf dem Frauenberg und Ausprägung des Paläoreliefs möchte ich aber der Interpretation eines starken anthropogenen Einflusses den Vorzug geben.

Eine Anbindung dieser Profile an die Böden und Sedimente des oberen Hangbereiches und auf dem Frauenbergplateau folgt nach der Diskussion der Bodenbildung am dritten Abschnittswall und am Wolfgangswall.

³⁵⁸Sandeinflüsse mit ähnlicher Korngrößenzusammensetzung kommen u.a. im Umkreis des dritten Abschnittswalles in Kolluvien und periglazial umgelagerten Substraten vor. Darüber hinaus treten in Karsthöhlräumen auf dem Frauenbergplateau mächtige sandige Verfüllungen in Erscheinung, die zwar eine etwas gröbere Zusammensetzung aufweisen (vgl. Profil 7136-151, Kap. 9.1.9.7), aber ebenfalls in diese Sedimente eingemengt sein können. Sogenannte unterkretazische Schutzfelssande finden sich gleichfalls im Bereich des dritten Abschnittswalles (vgl. Profil 7136-152, Kap. 9.1.9.2). Sie unterscheiden sich von den Flugsanden und Sandlössen Korngrößenmäßig durch hohe Anteile an Grobsand (ca. 35 bis 45%) und etwas weniger Mittelsand (ca. 30%) (vgl. **Weber 1978: 99**).

*Dritter Abschnittswall*³⁵⁹

Ähnliche Fragestellungen wie am äußersten Abschnittswall wurden auch am dritten Abschnittswall (vgl. Foto 7) und am sogenannten Wolfgangswall (s.u.) verfolgt.

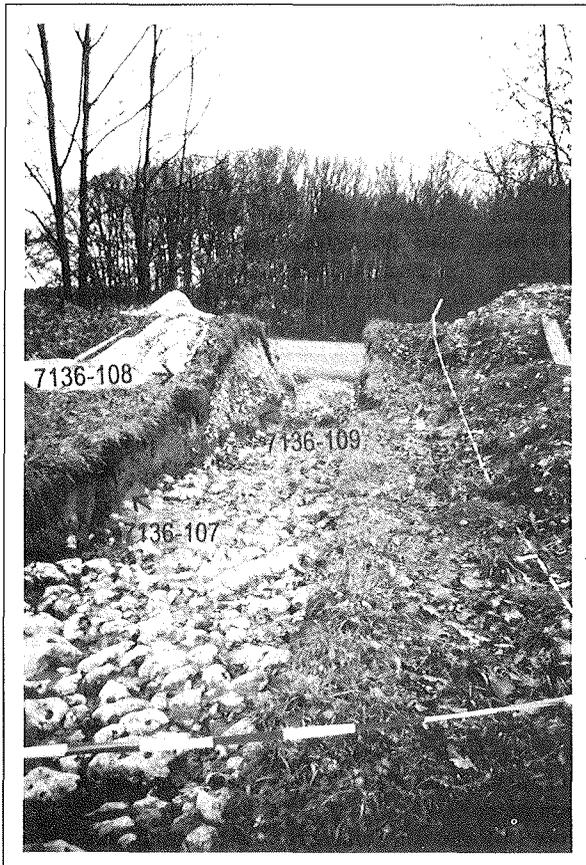


Foto 7: Frauenberg: Dritter Abschnittswall - Blick von innen aus nordwestlicher Richtung auf den Wallschnitt (vgl. Abb. 119: Archäologische Grabungsfläche 8 und Aufschluß B für bodenkundliche Profilaufnahmen) (Aufnahme: T. Nuber).

Pleistozän umgelagerte Malnkalke (Kryoplanationsterrasse), darüber verlagerte Bodenreste mit Terra fusca-Kennzeichen sowie schwach durch Bt-Merkmale gekennzeichnete Böden, ihrerseits fossilisiert von bis zu 0,5m mächtigen pseudovergleyten Kolluvien, bilden den Untergrund der Schüttung des dritten Abschnittswalles. Nordwestlich des Walles treten flachgründige, sandig-lehmige Kolluvien auf. Die ehemaligen Gräben sind mit sandig-tonigen bis lehmig-tonigen Sedimenten verfüllt.

Ähnlich dem äußersten Abschnittswall auf dem Arzberg ist auch der dritte Abschnittswall des Wurzberges auf (kleinräumig) umgelagerten Sedimenten errichtet. Am dritten Abschnittswall differieren sie aber stark von jenen des vierten Walles. Die Böden reflektieren so die Heterogenität der bodenbildenden Substrate. Im folgenden werden Profile in nordwestlich der

³⁵⁹ Vgl. Archäologische Grabungsfläche 8 und Aufschluß B für bodenkundliche Profilaufnahmen (Abb. 119). Der dritte Wall auf dem Wurzberg weist Abmessungen von 300m Länge, 15m Breite und etwa 1m Höhe auf (Rind 1997b: 78).

Anlage, im Liegenden der Wallschüttung und in den vorgelagerten Grabenverfüllungen beschrieben. Darüber hinaus wird die Pedogenese auf dem Wall selbst erläutert.

Profil 7136-108 (Frauenberg 8) (Abb. 141) liegt auf einer Höhe von 427m NN etwa 5m nördlich der Wallkrone. Direkt über der Kryoplanationsterrasse aus Malmkalken in einer tonigen Matrix aus Alverwitterungslehmen, die ab einer Tiefe von 0,85m anstehen, treten kolluvial nur über geringe Distanz verlagerte Straten auf. An der Basis (7136-108/7) findet sich ein sandig-toniges Sediment, in dem einzelne Quarze (kieselig-lehmige Albüberdeckung) vorkommen. Das Sediment ist farblich inhomogen: leuchtend gelblich-braune (10YR 6/6) Partien wechseln mit bräunlich-grauen (10YR 5/1) Abschnitten. Im Sediment treten zudem Holzkohlen in größeren Mengen auf. Die Pseudovergleyung ist recht stark ausgeprägt. Anzeichen einer Toneinspülung scheinen gegeben, hängen möglicherweise aber auch mit den „slicken sides“ der eingemengten, stark tonigen Alverwitterungslehme zusammen. Fossilisiert ist dieses älteste Kolluvium, das seitlich über der Wallschüttung des dritten Walles ausstreicht, durch ein weiteres Kolluvium (7136-108/6 und 7136-108/5). Dieses differiert vom liegenden Kolluvium durch farbliche Unterschiede (es ist relativ homogen matt gelblich-braun (10YR 4/3) bis braun (10YR 4/4)). Darüber hinaus führt es keine Holzkohlen. Neben Quarzen treten auch einige wenige Bruchstücke von Malmkalken, im Sediment wirt verteilt, auf. Granulometrisch ist eine Unterscheidung vom liegenden Sediment nicht möglich. Überdeckt wird das zweite Kolluvium von einem knapp 0,6m mächtigen, stark sandigen Kolluvium, das von verschiedenen Skelettbestandteilen, Holzkohlen und Keramikbruchstücken, im ehemaligen Ap-Horizont auch von modernen Ziegelbruchstücken, durchsetzt ist. Es ist eindeutig über die Korngrößenanalyse von den liegenden Sedimenten trennbar. Granulometrisch stimmen diese Sedimente annähernd mit jenen am südostexponierten Hang des Frauenberges überein (s.o.).

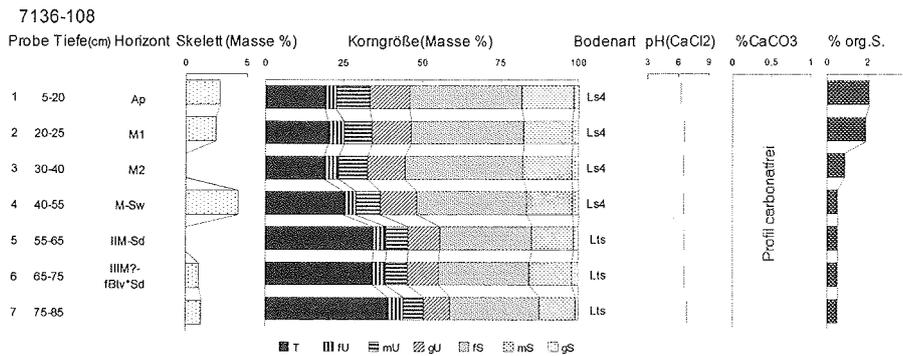


Abb. 141: Profil 7136-108 (Frauenberg 8)³⁶⁰; Laboranalytische Standardwerte.

Im Liegenden der Wallschüttung unterhalb der Wallkrone befindet sich das Profil 7137-109 (Frauenberg 9) (Abb. 142, Abb. 143).

Über den periglazial umgelagerten Malmkalken tritt zwischen 0,5 und 0,6m³⁶¹ ein erosiv stark verkürzter fossiler Bodenhorizont, texturlich als tonig-sandiger Lehm ausgewiesen, auf. Dabei handelt es sich um den pleistozän umgelagerten T-Horizont³⁶² einer Terra fusca, der mit sandigen, äolischen Sedimenten (Sandlöß, Flugsand) periglazial durchmischt ist (7136-109/4). Schwach sind Anzeichen einer erneuten Toneinspülung erkennbar. Die obersten 0,5m des Profils sind von zwei Kolluvien aufgebaut, die durch eine Kieslage voneinander getrennt werden (7136-109/3 (IIM-Sd) sowie 7136-109/2 (M-Sd) und 7136-109/1 (M-Sd)). Sie sind hydromorph modifiziert und durch Holzkohlen sowie Keramik aus der Urnenfelderzeit charakterisiert. Aufgrund dieser Befunde muß es sich um ein urnenfelderzeitlich, wahrscheinlich im Zuge der Wallerrichtung, umgelagertes Sediment handeln. Ältere kolluviale Umlagerungssubstrate kommen *nicht* vor.

³⁶⁰ In den Proben 108/3 und /5 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

³⁶¹ Die Geländeoberkante wird durch die Unterkante der Wallschüttung markiert.

³⁶² Mit 42,5% Ton werden allerdings die von der **Arbeitsgruppe Boden (1994: 98)** geforderten 45% für T-Übergangshorizonte nicht ganz erreicht. Erklärbar ist dies über den hohen Sandanteil. Dennoch ist es angemessen, von einem T-Horizont auszugehen.

254 5 Ergebnisse

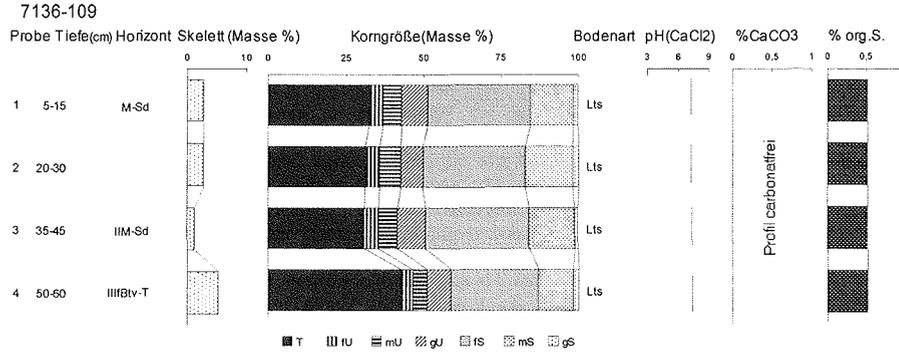


Abb. 142: Profil 7136-109 (Frauenberg 9): Laboranalytische Standardwerte.

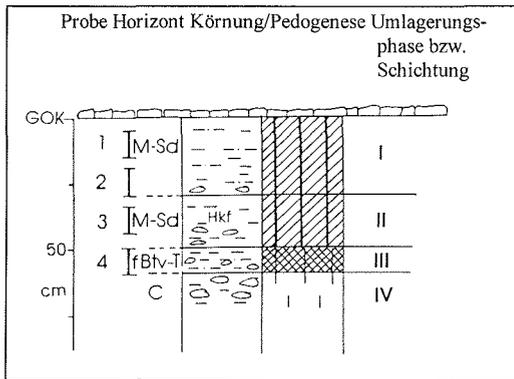


Abb. 143: Profil 7136-109 (Frauenberg 9).

Die unterschiedlichen Fraktionen des pedogenen Eisens (Abb. 144, Abb. 145, Abb. 146) ermöglichen ansatzweise eine schichtungsbedingte Unterscheidung der kolluvialen Sedimente von der älteren Bodenbildung aus pleistozän umgelagerten Material. Durchgängig sind die Gehalte an kristallinem dithionitlöslichen Eisen höher als an amorphem oxalatlöslichen (Abb. 144). Die oxalatlöslichen Anteile bleiben durchgängig bei ca. 0,2% und zeigen keine Tiefenfunktion. Der Gehalt an kristallinem Eisen ist dagegen im fossilen umgelagerten Bodenrest höher als in den kolluvialen Sedimenten (Abb. 146). Allerdings werden in diesem tonreichem Material (42%) mit hohen Anteilen an Albverwitterungslehmen nicht die Eisengehalte der Bt-Horizonte aus Löß- bzw. Lößlehm erreicht (vgl. Profil 7137-104). Auch die Gesamtgehalte an pedogenem Eisen bleiben in den kolluvialen Sedimenten mit 0,7 bis 0,8% relativ konstant und nehmen zum fossilen Bodenrest ein wenig zu (0,9%) (Abb. 145).

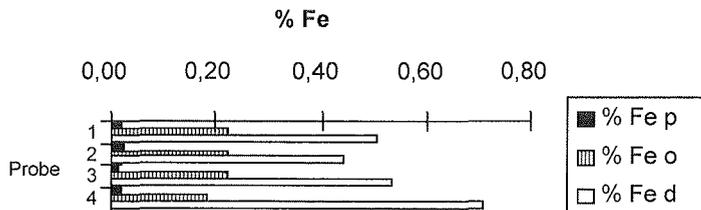


Abb. 144: Profil 7136-109 (Frauenberg 9): Pedogenes Eisen - Anteile der unterschiedlich gebundenen Fraktionen.

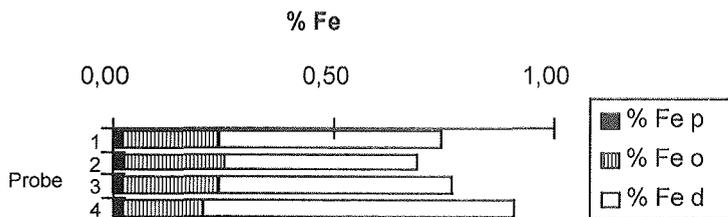


Abb. 145: Profil 7136-109 (Frauenberg 9): Tiefenverlauf des pedogenen Eisens.

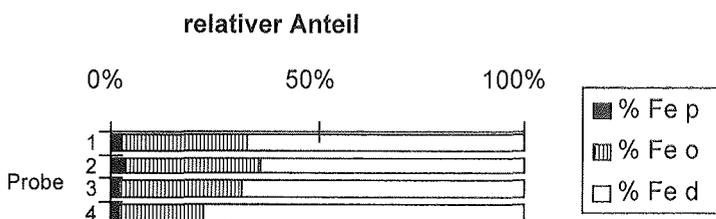


Abb. 146: Profil 7136-109 (Frauenberg 9): Relativer Anteil der unterschiedlichen Fraktionen des pedogenen Eisens.

Die Trennung der kolluvialen Sedimente vom liegenden fossilen Bodenrest über das pedogene Eisen erfolgt ausschließlich über die Anteile kristalliner Komponenten. Diese stehen in enger Beziehung zu den Tongehalten, was auch an den durchgängigen Fed/Ton-Quotienten deutlich wird. Damit ist der Tiefenverlauf des pedogenen Eisens zwanglos auch pedogenetisch erklärbar und muß nicht auf eine Schichtung des Profils hinweisen.

Dem dritte Abschnittswall ist nach außen hin ein Graben vorgelagert. Er ist mit kolluvialen Sedimenten aufgefüllt und in der Oberflächenmorphologie noch schwach erkennbar. Der Graben ist in reine Tone eingebettet (vgl. Profil 7136-111 (Frauenberg 11), Kap. 9.1.9.2). Die kolluviale Verfüllung ist äußerst tonig, sie wird nach oben hin aber etwas sandiger. In den Sedimenten der Grabenverfüllung finden sich durchgängig Holzkohleflitter und Keramikbruchstücke. Es ist davon auszugehen, daß die Verfüllung unmittelbar nach Aufgabe des Walles einsetzte. Pedogene Differenzierungen treten in der Grabenverfüllung nicht auf.

Auf dem dritten Abschnittswall läßt sich als Bodenbildung lediglich eine Rendzina³⁶³ aus Wall-schüttungsmaterial belegen (vgl. Profil 7136-150 (Frauenberg 50), Kap. 9.1.9.2). Der eAh-Horizont weist bei einem Anteil an organischer Substanz von 10%, noch Restcarbonatgehalte von über 5% auf. Möglicherweise ist die Bodenbildung auf dem Wall zeitweise durch Erosion unterbrochen worden. Summarisch zeigt sich jedoch eine nur schwache Pedogenese aus einem tonigen, stark von Malmkalken durchsetzten Substrat.

Am dritten Abschnittswall stellt sich bodentypologisch eine andere Situation als in unmittelbarer Nachbarschaft des äußersten Walles dar. Carbonathaltige Löss fehlen durchgängig. Tonige Horizonte haben sich vor allem aus Albverwitterungslehmen mit periglazial eingemengter, geringer Lößkomponente gebildet. In den Kolluvien treten neben tonigen Komponenten hohe Sandanteile auf, die meines Erachtens auf Flugsande bzw. Sandlöss zurückzuführen sind. Die äolischen Komponenten sind identisch mit den Sandanteilen in den Kolluvien unterhalb des vierten Abschnittswalles (s.o.). Kolluviale Umlagerungen sind im kaum geneigten Umfeld dieses Walles ohne Bedeutung. Sie sind urnenfelderzeitlichen und jüngeren

³⁶³ Als Rendzina interpretiert, da als Ausgangsmaterial der Pedogenese feste bis lockere Carbonatgesteine in einer lehmig-tonigen Matrix vorzufinden sind (vgl. Arbeitsgruppe Boden 1994: 182). Die Übergänge zur Pararendzina sind allerdings hier fließend.

Datums. Ältere Kolluvien fehlen. In den Kolluvien finden sich nur unwesentliche Merkmale einer pedogenetischen Differenzierung.

*Wolfgangswall*³⁶⁴

Der Wolfgangswall umschließt das vorgeschichtlich am intensivsten besiedelte Areal des Frauenberges (vgl. Koch 1991). Er ist sicher vorgeschichtlichen Alters, aber bislang nicht eindeutig datiert. In den bisherigen Wallanschnitten ließen sich zwar Schüttungsstrukturen erkennen, es traten jedoch weder „stratifizierbare, archäologisch verwertbare Funde“, noch Holzkohlen oder verbrannte Lehmartikel auf (Rind 1997b: 79). Unter der Wallschüttung findet sich eine entwickelte Parabraunerde, die sich aus einem feinsandig geprägten, aber grobschluffdominierten Löß entwickelt hat. Dies bestätigt die Annahme einer großflächigen, bis zu mehr als ein Meter mächtigen Lößbedeckung auf dem Frauenberg. Durch die Anlage des Walles wurde der Löß vor der nachfolgenden Abtragung geschützt. Im Gegensatz dazu konnten im weiteren Umfeld des Wolfgangswalles in vergleichbaren Reliefpositionen keine Hinweise auf Löß-Parabraunerden gefunden werden. Der pedologische Befund verdeutlicht die insgesamt hohen Abtragungsbeträge auf dem Frauenberg.

Durch die Wallschüttung wird eine kolluvial überdeckte, erosiv stark verkürzte Parabraunerde aus Löß fossilisiert (Profil 7136-301 (Wolfgangswall 1) (Abb. 147, Abb. 148)). Der Löß ist mit 33% CaCO₃ sehr carbonatreich und - mit 31% Grobschluff - grobschluffdominiert. Die Tongehalte belaufen sich lediglich auf knapp 17% (7136-301/3). Malmkalke, in der Matrix eingeregelt, weisen auf eine lokale periglaziale Umlagerung des Lösses hin. Die aus dem Löß gebildete Parabraunerde ist nur noch durch einen auf 0,2m Mächtigkeit verkürzten Bt-Horizont vertreten (7136-301/2). Seine Tongehalte liegen bei 32%, was aber aufgrund der geringen Tongehalte des Ausgangssubstrates bereits auf eine ausgereifte Pedogenese hinweist (vgl. Profil 7137-141). Überdeckt wird der erodierte Rest der holozänen Bodenbildung von einem 0,2m mächtigen, vorgeschichtlichen kolluvialen Sediment (7136-301/1), das durch Holzkohleflitter und vorgeschichtliche Keramikbruchstücke charakterisiert ist. In seiner granulometrischen Zusammensetzung ähnelt es den Kolluvien am Südosthang des Frauenberges.

Die pedogenen Eisenfraktionen (Abb. 149, Abb. 150, Abb. 151) zeigen höhere Anteile an dithionitlöslichem (Abb. 149) und Gesamteisen (Abb. 150) im Bt-Horizont (7136-301/2). Eisengehalte und der Anteil der einzelnen Eisenfraktionen entsprechen den „Eisenwerten“ des Parabraunerderestes im Liegenden des vierten Abschnittswalles. Die Werte sind etwas höher als in den fossilen Bodenresten unter Wall 3. Daraus läßt sich eine gewisse Substratdifferenzierung ableiten (s.u.).

Das kolluviale Substrat (7136-301/1) setzt sich durch höhere Feo-Anteile bei niedrigeren Fed-Werten vom Bt-Horizont ab (vgl. Abb. 151). Dies macht sich auch in einem entsprechend höheren modifizierten Aktivitätsgrad bemerkbar. Die Werte sind vergleichbar mit den Eisengehalten in den Kolluvien unter dem vierten und dritten Abschnittswall.

Profilintern kann die Verteilung des pedogenen Eisens auch über eine mögliche Tonverlagerung erklärt werden und ist damit nicht als zusätzlicher Schichtungsnachweis anzubringen. Die Fed/Ton-Quotienten sind in den Horizonten sehr ähnlich ausgeprägt. Darüber hinaus entsprechen die Fed/Ton-Quotienten der Profile unter dem Wolfgangswall und unter dem vierten Wall einander, während jene des dritten Walles davon abweichen. Auch hierdurch drückt sich eine höhere Ähnlichkeit (hinsichtlich der Ausgangssubstrate) der Profile unter dem Wolfgangswall und dem äußersten Abschnittswall aus.

³⁶⁴ Vgl. Archäologische Grabungsfläche 7, Aufschluß für bodenkundliche Profilaufnahmen C (Abb. 119). Der Wolfgangswall ist der am besten erhaltene Wall der vor- und frühgeschichtlichen Verteidigungsanlage. Er weist eine Länge von 200m sowie eine Breite von 35m auf und erhebt sich maximal 13m über seine Umgebung (Rind 1997b: 78).

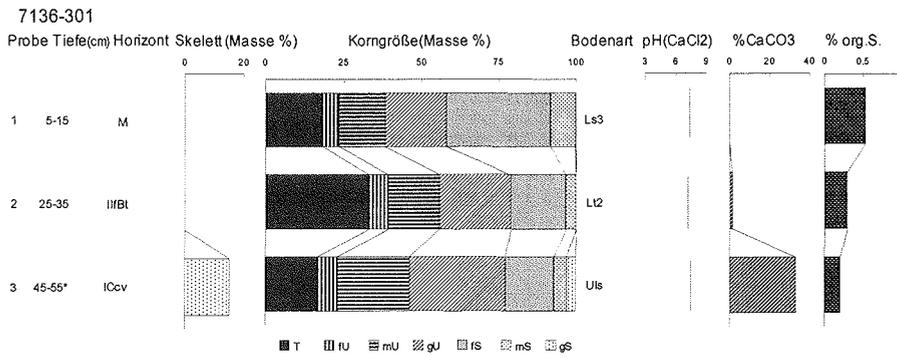


Abb. 147: Profil 7136-301 (Wolfgangswall 1)³⁶⁵: Laboranalytische Standardwerte.

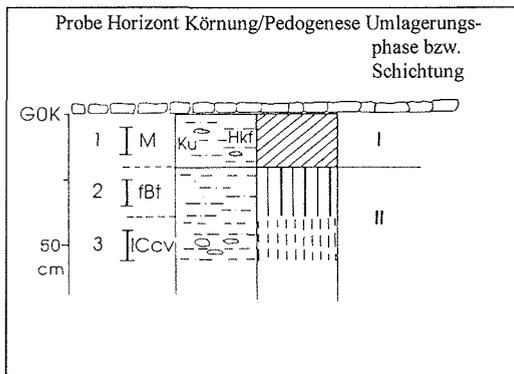


Abb. 148: Profil 7136-301 (Wolfgangswall 1).

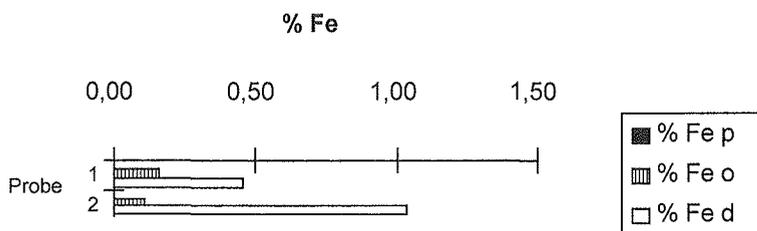


Abb. 149: Profil 7136-301 (Wolfgangswall 1): Pedogenes Eisen - Anteile der unterschiedlich gebundenen Fraktionen.

³⁶⁵ In Probe 301/1 tritt ein Skelettgehalt von < 1 Gew.-% auf. Dieser ist in der graphischen Darstellung nicht erfasst.

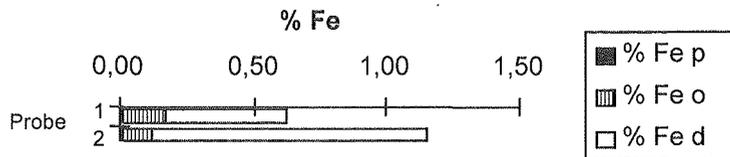


Abb. 150: Profil 7136-301 (Wolfgangswall 1): Tiefenverlauf des pedogenen Eisens.

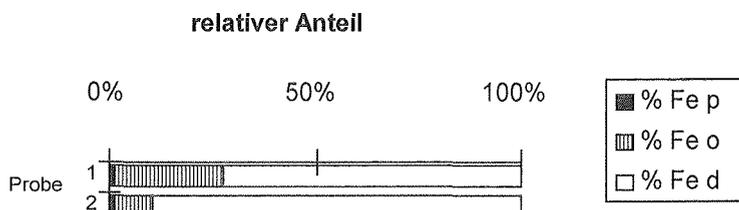


Abb. 151: Profil 7136-301 (Wolfgangswall 1): Relativer Anteil der unterschiedlichen Fraktionen des pedogenen Eisens.

Bodenbildungen unter den Abschnittswällen - Zusammenfassung

Die Bodenreste unter den Abschnittswällen des Frauenberges legen die räumlich differenzierte vorgeschichtliche bodenökologische Situation dar. Die Profile werden jeweils von einem Kolluvium abgeschlossen, das in Zusammenhang mit der Errichtung der Verteidigungsanlagen betrachtet werden muß. Lediglich am äußersten Abschnittswall tritt lokal noch ein älteres Kolluvium hinzu. Die Profile belegen, daß die ursprüngliche natürliche Ausstattung der Böden am Frauenberg räumlich variiert. Während unter dem Wolfgangswall und dem äußersten Abschnittswall Reste von Parabraunerden aus Lössen bzw. Lößlehmen (ohne nennenswerte periglaziale Beimengung älterer Verwitterungslehme) vorliegen, treten unter dem dritten Abschnittswall pleistozän umgelagerte Terra fusca-Reste mit untergeordneten Toneinspülungskennzeichen auf (vgl. Abb. 152).

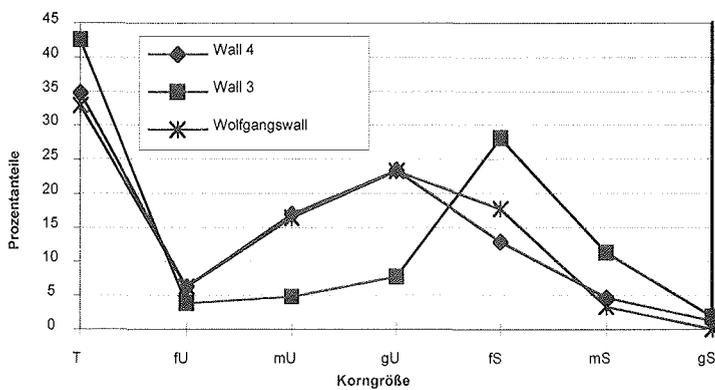


Abb. 152: Korngrößenverteilungen fossiler Bodenreste im Liegenden der Wälle des Frauenberges³⁶⁶.

³⁶⁶ Wall 4 und Wolfgangswall: fossile Bt-Horizonte; Wall 3: fossiler Btv-T-Horizont.

Hinweise auf die Ablagerung eines carbonathaltigen, schluffdominierten Würmlöß gibt es im Umfeld des dritten Abschnittswalles nicht. *Eindeutig* belegt ist dagegen die Lößablagerung im Umfeld bzw. im Liegenden der anderen beiden Wälle (vgl. Profil 7137-141 und Profil 7136-301). Auch die grobschluffdominierten Lössse des Frauenberges weisen hohe Sand(Feinsand)anteile auf (bis über 20%). Die Tongehalte der sehr carbonatreichen Lössse liegen lediglich bei 16 bis 19%. Wegen der granulometrischen Zusammensetzung der Lössse ist es verständlich, daß die Tonwerte in den Bt-Horizonten im Liegenden der Wälle kaum mehr als 35% erreichen. Die Tonwerte sind *nicht* Ausdruck einer unausgereiften Tonverlagerung bis zur Errichtung der Wälle, sondern ausschließlich Konsequenz der tonarmen, sehr carbonatreichen Lössse als Ausgangssubstrat der holozänen Pedogenese. Höhere Tongehalte können in Bt-Horizonten durchaus auftreten. Sie sind *immer* Beleg für eine Einmischung tertiär verwitterter Sedimente. Am Weltenburger Frauenberg sind bereits in vorgeschichtlicher (präurnenfelderzeitlicher) Zeit voll entwickelte Parabraunerden zu belegen. Die *Mindestmächtigkeit* der vorgeschichtlichen Bt-Horizonte läßt sich in Profil 7137-141 darstellen. Dort tritt ein 0,4m mächtiger Bt-Horizont auf, der von urnenfelderzeitlichen Kolluvien fossilisiert ist. Auch wenn ein Durchgriff der posturnenfelderzeitlichen Pedogenese auf diesen Horizont nicht völlig auszuschließen ist, kann dies als Beleg für eine Solumsmächtigkeit der präurnenfelderzeitlichen Parabraunerden von bereits 0,8 bis 1m herangezogen werden. Sowohl unter dem Wolfgangswall als auch am äußersten Abschnittswall treten unter den Resten der holozänen Bodenbildung noch carbonathaltige Lössse auf. Dies führt zur begründeten Annahme, daß es in weiten Bereichen des Frauenbergplateaus zur Ablagerung von über 1m bis zu 1,5m mächtigen, carbonatreichen, grobschluffdominierten, feinsandig modifizierten Lössen gekommen ist, in denen sich Parabraunerden ohne Schwarzerdestadium³⁶⁷ entwickeln konnten. Die Mächtigkeit der Lössse, deren Ausprägung (wechselnde Feinsand- und Grobschluffanteile) sowie ihre mögliche Umwandlung zu Lößlehm und Vermengung mit tertiär verwitterten Lehmen ist stark von der Ausgestaltung des Paläoreliefs abhängig gewesen (vgl. Profile an den Südosthängen des Frauenberges). Bereits *vor* Errichtung der Wallanlagen sind große Teile der Parabraunerden, darunter bereits Teile der Bt-Horizonte, erodiert worden. So tritt im Liegenden des Wolfgangswalles die Parabraunerde nur noch in Gestalt eines 0,2m mächtigen Bt-Horizontes auf. Präwallzeitlich fossilisiert sind die Bodenreste von stärker sandig geprägten Sedimenten, die auch an den Südosthängen des Berges auftreten. Die kolluvial umgelagerten Substrate weisen meines Erachtens auf die Ablagerung von Sandlössen und Flugsanden auf dem Frauenbergplateau hin. Die Sande stammen, wie granulometrischen Untersuchungen am dritten Wall nachweisen, *nicht* aus den grob- und mittelsanddominierten unterkretazischen Schutzfelsanden, sondern entsprechen den bei **Weber (1978)** vorgestellten äolischen Sedimenten. Stratigraphisch sind die Sandlössse und Flugsande jünger als die grobschluffdominierten Lössse (vgl. **Weber 1978**). Sie sind zum Teil sicher spätglazialen Alters, da sie krypturbar bis solifluidal in die Lößlehm-/Albverwitterungslehmfleßerden eingemengt sind. Die exponierten Kuppenbereiche des Frauenberges blieben lößfrei. Dies läßt sich auch aus Überlegungen zu kaltzeitlichen Windverhältnissen und Windgeschwindigkeiten sowie aus Simulationen im Windkanal plausibel ableiten (vgl. **Goossens 1997**). Aufgrund der Morphologie des Frauenberges und der Existenz potentieller Auswehungsgebiete u.a. das östliche Ingolstädter Becken ist eine Anlieferung der Lössse aus *südwestlicher* Richtung wahrscheinlich. **Diez (1968)** nimmt dies ebenfalls für die Herkunft von Flugsanden an. Dies steht allerdings nicht in Übereinstimmung mit den Vorstellungen zu den kaltzeitlichen Paläowindverhältnissen von **Meyer & Kottmeier (1989)**.

³⁶⁷ Die Bt-Horizonte haben durchgängig Gehalte an organischer Substanz von weniger als 0,5%.

Für die vorgeschichtliche Besiedlung des Frauenberges ist eine starke bodenökologische Differenzierung zu belegen. Es bleibt festzuhalten, daß weite Teile des Berges von Lössen und Lößlehmen überkleidet und durch Parabraunerden gekennzeichnet waren. Damit waren gute Bedingungen für Ackerbau auf dem Berg und an den weniger steilen Hängen gegeben. Die gegenwärtige bodenkundliche Situation zwischen dem dritten und vierten Abschnittswall und deren Interpretation bezüglich der Landschaftsgeschichte wird im folgenden ausführlicher betrachtet und mit den vorgestellten Befunden und Überlegungen in Beziehung gesetzt.

Böden zwischen den Abschnittswällen 3 und 4

Die Bodenkarte³⁶⁸ (Abb. 153) des südöstlichen Frauenberges dokumentiert die rezente Verbreitung der Böden.

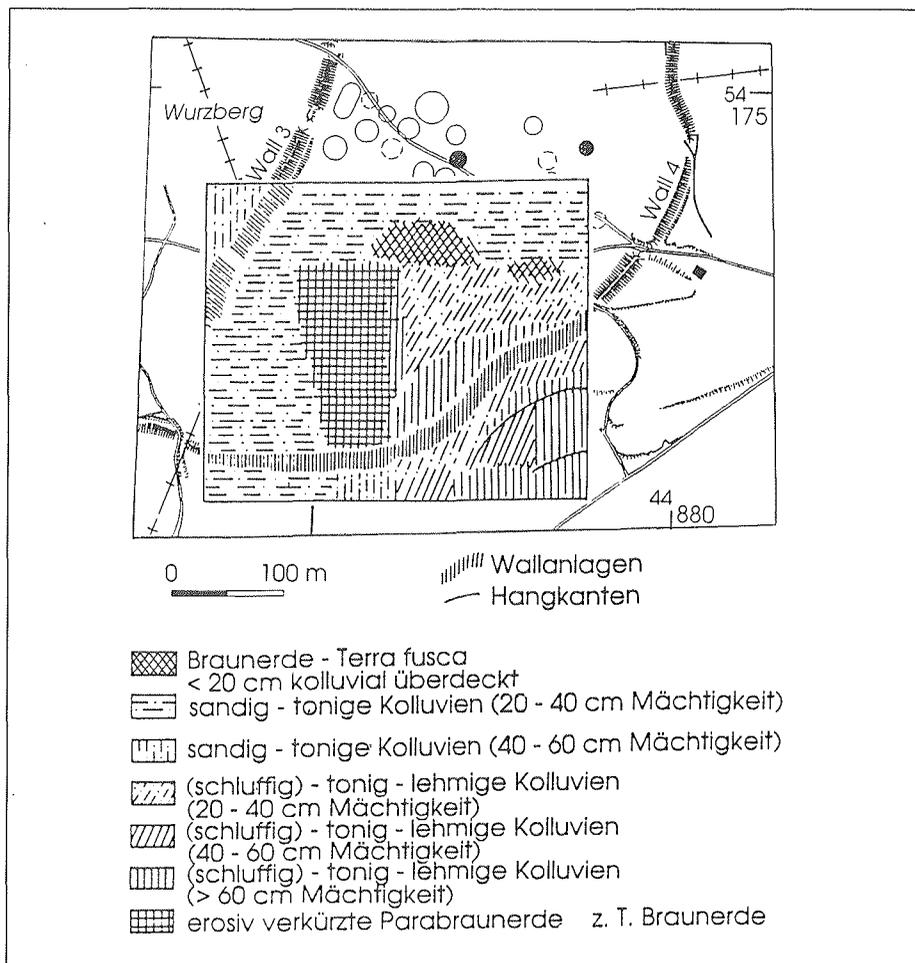


Abb. 153: Bodenkarte des südöstlichen Frauenberges.

³⁶⁸ Basierend auf Handbohrungen unter Einbeziehung der Erkenntnisse aus den Wallaufschlüssen.

Es dominieren kolluviale Böden unterschiedlicher Mächtigkeit und differenzierter Granulometrie. Partiiell handelt es sich dabei lediglich um lokal umgelagertes Material. An wenigen Stellen treten erosiv verkürzte Böden an der Oberfläche auf. Dies betrifft einerseits Areale auf der Fläche, in denen Braunerden-Terra fusca³⁶⁹ mit weniger als 0,2m kolluvialer Überdeckung auskartiert wurden und erosiv stark verkürzte Parabraunerden und Braunerden in einem Laubmischwaldareal, die kaum kolluvial fossilisiert sind. Auch die rezente Bodenzerstörung ist bedeutsam wie Rind (1997b) unter Hinweis auf die drohende Zerstörung vorgeschichtlicher Strukturen bemerkt (vgl. Abb. 119). Einige Referenzprofile aus dem Areal zwischen drittem und viertem Abschnittswall werden vorgestellt.

Profil 7136-112 (Frauenberg 12) (Kap. 9.1.9.3) liegt auf 425m NN, 20m südöstlich des Schnittes am dritten Abschnittswall. Es steht als Referenz für ein lokal umgelagertes, sandig-toniges bis sandig-lehmiges Kolluvium in einer Mächtigkeit von knapp mehr als 0,2m. Über periglazial umgelagerten Malmkalken, die bereits ab etwa 0,3m Tiefe anstehen und als kompakte „Steinsohle“ in Erscheinung treten, finden sich geringmächtige umgelagerte Sedimente, in denen der ehemalige Ap-Horizont entwickelt ist. Die Körnung dieser Sedimente entspricht den Umlagerungsprodukten am dritten Wall, einer Zusammensetzung aus Flugsanden, Verwitterungslehmen und stark untergeordnet Lößlehmannteilen.

Profil 7137-114 (Frauenberg 14) (Abb. 154) befindet sich in vergleichbarer Höhe 150m östlich des Profils 7136-112.

Über dem in 0,5m anstehenden Verwitterungslehm, der Tongehalte von mehr als 75% aufweist (7137-114/5, 7137-114/4 und 7137-114/3), ist ein periglazial umgelagerter lehmiger Ton zu konstatieren. Er (7137-114/2) führt vereinzelt carbonathaltige Skelette, weist aber keine Hinweise auf eine anthropogene Beeinflussung auf. Kolluvial im weitesten Sinne ist in Profil 7137-114 ausschließlich der braune, sandig-lehmige Ap-Horizont, der sich diskordant vom liegenden Boden absetzt. Im Vergleich zu den kolluvialen Sedimenten des weiter westlich gelegenen Profils 7137-112 ist das Sediment schluffreicher (u.a. 17% Grobschluff gegenüber 9% im Ap-Horizont), was auf die deutlich stärkere Löß(lehm)-beeinflussung an dieser Stelle zurückzuführen ist.

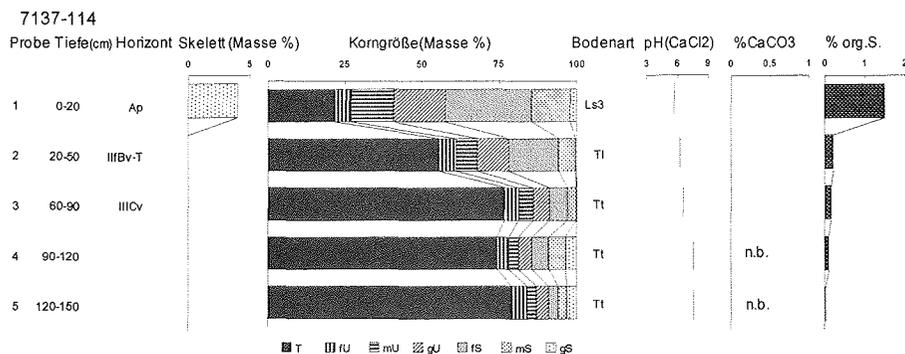


Abb. 154: Profil 7137-114 (Frauenberg 14)³⁷⁰: Laboranalytische Standardwerte.

Profil 7137-117 (Frauenberg 17) (Abb. 155), das sich 50m weiter südöstlich bereits in einer Oberhangssituation befindet, zeigt einen ähnlichen Profilaufbau, wobei die Basis des Profils hier mit einer dichten Lage aus umgelagerten Malmkalken in einer Albverwitterungslehmmatrix erreicht ist.

³⁶⁹ Pleistozän umgelagertes Material.

³⁷⁰ In den Proben 114/2, /3 und /4 treten Skelettanteile von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt. Die Proben 114/1, /2 und /3 sind carbonatfrei. In den Proben 114/4 und /5 treten Carbonatanteile aus Gesteinsabrieb auf. Die Carbonatgehalte der Matrix können nicht quantifiziert werden, sind jedoch insgesamt gering.

262 5 Ergebnisse

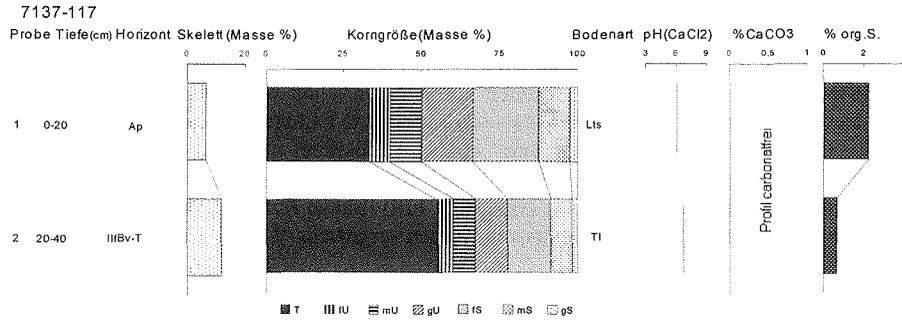


Abb. 155: Profil 7137-117 (Frauenberg 17): Laboranalytische Standardwerte.

Abb. 156 stellt die tonmineralogische Zusammensetzung des kolluvial lokal umgelagerten Ap-Horizontes und des fossilen Bodenrestes von Profil 7137-117 vor.

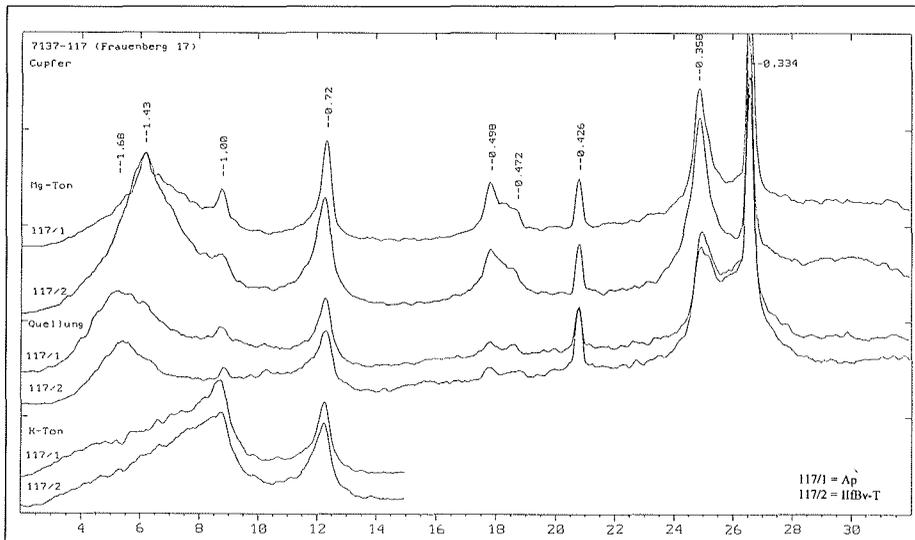


Abb. 156: Profil 7137-117 (Frauenberg 17): Mineralogische Zusammensetzung der Fraktion $< 2 \mu\text{m}$.

Tonmineralogisch lassen sich die Sedimente über die unterschiedlichen Illitgehalte trennen. Die pleistozän umgelagerten Alverwitterungslehme sind etwas illitärmer³⁷¹ als das hangende lößbeeinflusste Sediment. In beiden Sedimenten ist der Anteil an quellfähigen Tonmineralen sehr hoch. Aufgrund ihres Verhaltens nach der Kaliumbelegung (ausgeprägte Asymmetrie des 1,0nm-Reflexes) handelt es sich primär um Smectite. Vermiculite hochgeladener Ausprägung kommen nur untergeordnet vor, Chlorite fehlen. Eine eindeutige tonmineralogische Trennung der Sedimente im Sinne eines Schichtungsachweises ist aber nicht zu erbringen.

³⁷¹ Diese Feststellung steht im Gegensatz zu **Weber (1978: 153)**, der recht hohe Illitgehalte der Alverwitterungslehme konstatiert. Die untersuchten Proben dort sind jedoch mit Sedimenten der Oberen Süßwassermolasse vermengt. Möglicherweise stammen die von **Weber (1978)** festgestellten Illitanteile aus diesen Sedimenten.

Profil 7137-119 (Frauenberg 19) (Abb. 157) zeigt bereits ein mehr als 0,4m mächtiges kolluviales Profil. Über den in 0,5m Tiefe auftretenden, periglazial verlagerten Malmkalken kommt ein schluffig-toniges Sediment vor, in dem einige wenige Holzkohleflitter auftauchen (7137-119/4). Es ist nicht eindeutig zu klären, ob es sich hier um ein kolluviales Sediment mit hoher Beeinflussung durch Albverwitterungslehme handelt oder um Fließerdenmaterial. In Anbindung an Profile des vierten Abschnittswalles, die einen entsprechenden Bodenrest aufweisen, erscheint eine Ausweisung als Fließerde zuerst wahrscheinlicher. Dagegen sprechen die hohen Anteile an organischer Substanz mit 3,0%. Auch das nächstjüngere, braune (10YR 4/4) Sediment (7137-119/3) ist als toniger Lehm ausgeprägt und stark durch Verwitterungslehmannteile, mit einzelnen Kiesen in der Matrix, charakterisiert. Die hohen Anteil an Organik (> 3%) lassen eine kolluviale Genese wahrscheinlich machen. Das jüngste, etwas über 0,3m mächtige Kolluvium (7137-119/2 und 7137-119/1) weist höhere Lößanteile auf, ist eindeutig anthropogen bedingt (Holzkohlen, Ziegeln) und als umgelagertes Bt-Material zu deuten.

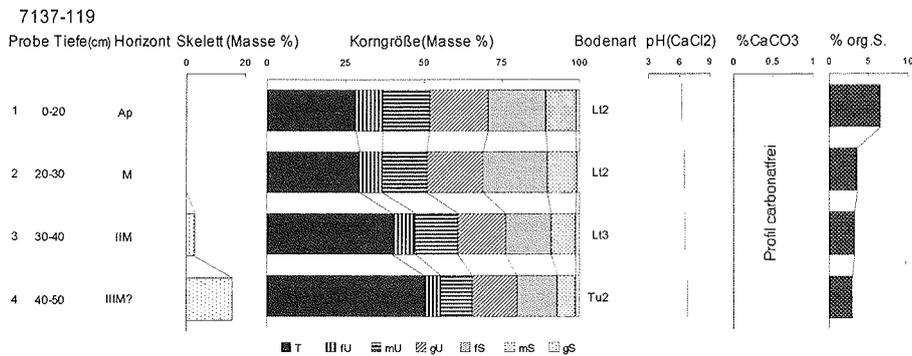


Abb. 157: Profil 7137-119 (Frauenberg 19)³⁷²: Laboranalytische Standardwerte.

Einen stark abweichenden Profilaufbau zeigt das Profil 7137-122 (Frauenberg 22) (Abb. 158). Es befindet sich in einer leichten Muldenposition im Oberhangbereich etwa 10m nördlich des vierten Abschnittswalles³⁷³.

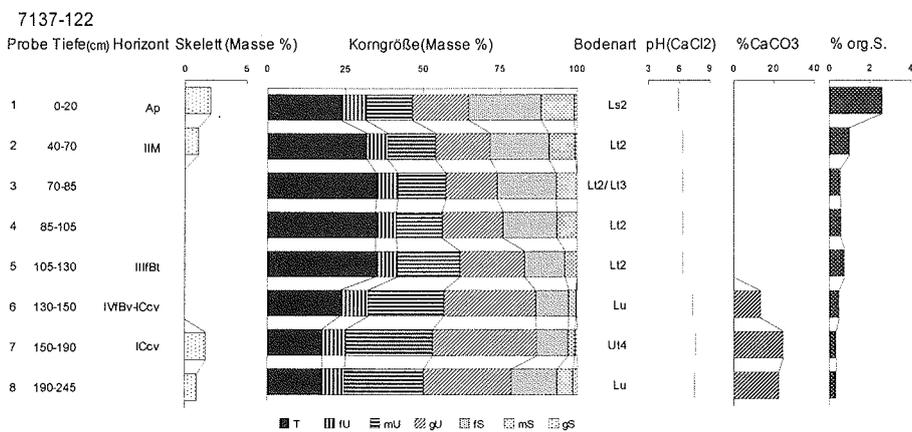


Abb. 158: Profil 7137-122 (Frauenberg 22)³⁷⁴: Laboranalytische Standardwerte.

³⁷² In Probe 119/1 tritt ein Skelettgehalt von < 1 Gew.-% auf. Dieser ist in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

³⁷³ Ca. 20m westsüdwestlich der archäologischen Schnitte im äußersten Abschnittswall (vgl. Abb. 119).

³⁷⁴ In Probe 122/6 tritt ein Skelettgehalt von < 1 Gew.-% auf. Dieser ist in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

Hier zeigt sich ein vergleichbarer Aufbau zu den Befunden unterhalb des Walles (s.o.) mit insgesamt mehr als einen Meter mächtigen kolluvialen Verfüllungen in einer Dellenposition. Die Delle beginnt wenig oberhalb von Profil 7137-122, zieht unter dem vierten Wall durch und setzt sich hangabwärts (vgl. Profil 7137-126) fort. Ab einer Tiefe von 1,5m tritt ein carbonatreicher (22 bis 25% Carbonatanteile) Löß mit hohen Grobschluffwerten auf, der nach oben hin etwas feinkörniger wird (7137-122/8 und 7137-122/7), in der Summe aber den bereits genannten Lössen (Profil 7137-141 und Profil 7137-301) entspricht. Nach einem schluffig-lehmigen Übergangshorizont (7137-122/6) setzt bei 1,05m der Rest des Bt-Horizontes der holozänen Bodenbildung in einer Mächtigkeit von maximal 0,25m ein. Der Horizont weist mit knapp 35% erneut den typischen Tongehalt der Bt-Horizonte am Frauenberg auf (7137-122/5). Er hat sich nicht ausschließlich aus dem liegenden Löß, sondern auch aus Fließerdematerial entwickelt. Darauf weisen einzelne Malmkalke, die an der Obergrenze des IVfBv-ICcv-Horizontes vorkommen. Die Abgrenzung zum hangenden Kolluvium ist nicht eindeutig, da sich jenes aus umgelagerten Bt-Material zusammensetzt. Das insgesamt ca. 0,75m mächtige Kolluvium (7137-122/4, -122/3 und -122/2) ist durch fein verteilte Holzkohlefitter, eine braune (7,5YR 4/6 bis 10YR 5/6) Farbe und eine lehmig-tonige Textur gekennzeichnet. Darüber hinaus treten gut erkennbare Humuseinschleppungen auf. Rezente Tonverlagerung in diesem homogenen Substrat ist durchaus möglich³⁷⁵, kann aber weder makroskopisch noch unter dem Binokular eindeutig belegt werden. Überlagert wird das Sediment von einem sandigen Lehm, der mit jungem Kulturschutt durchsetzt ist (7137-122/1). Der Aufbau von Profil 7137-122 untermauert die Aussage, daß sich am Südosthang des Frauenberges natürlicherweise Löß-Parabraunerden gebildet haben (s.o.).

Das Tonmineralspektrum (Abb. 159, Abb. 160, Abb. 161) des Profils 7137-122 setzt sich in den kolluvialen Horizonten aus Illiten, hochgeladenen Vermiculiten, geringen Smectitanteilen und Kaoliniten zusammen. Hinweise auf lithogene und pedogene Chlorite treten nicht auf. Im fossilen Bt-Horizont ist der relative Anteil von 1,0nm-Komponenten etwas höher (Abb. 159). Unter den 1,4nm-Mineralen nehmen quellfähige Komponenten höhere Werte ein als in den kolluvialen Sedimenten (Abb. 160). Die quellfähige Komponente im fBt-Horizont wird aufgrund der Kontraktionsbehinderung nach der Belegung mit Kalium als Smectit angesprochen (Abb. 161). Chlorite jeglicher Genese fehlen auch im Tonanreicherungshorizont der holozänen Bodenbildung. Die Lössen des Profils zeichnen sich ihrerseits durch ein Tonmineralspektrum aus, das den kolluvialen Sedimenten sehr nahe steht.

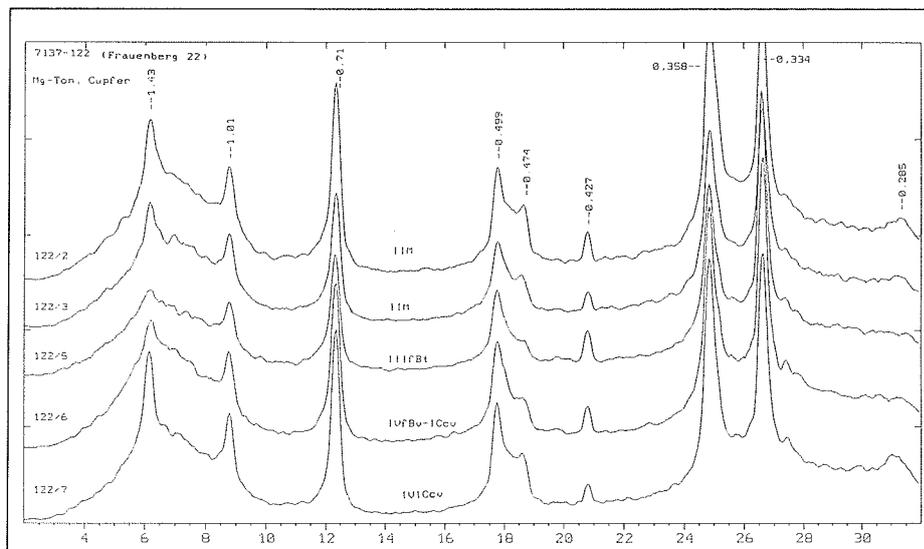


Abb. 159: Diffraktogramme des Profils 7137-122 (Frauenberg 22); Magnesiumbelegte Präparate (Tonfraktion <math>< 2\mu\text{m}</math>).

³⁷⁵ Zwischen Probe 7137-122/2 und 7137-122/3 treten Tongehaltsdifferenzen von etwas über 3% auf. Die pH(CaCl₂)-Werte liegen bei 6,5.

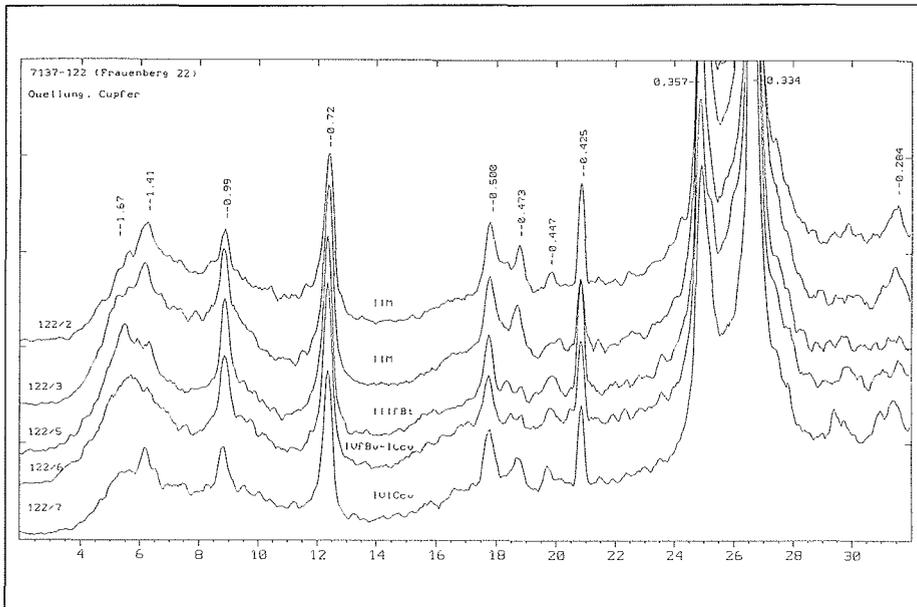


Abb. 160: Diffraktogramme des Profils 7137-122 (Frauenberg 22): Quellungspräparate (Tonfraktion $< 2\mu\text{m}$).

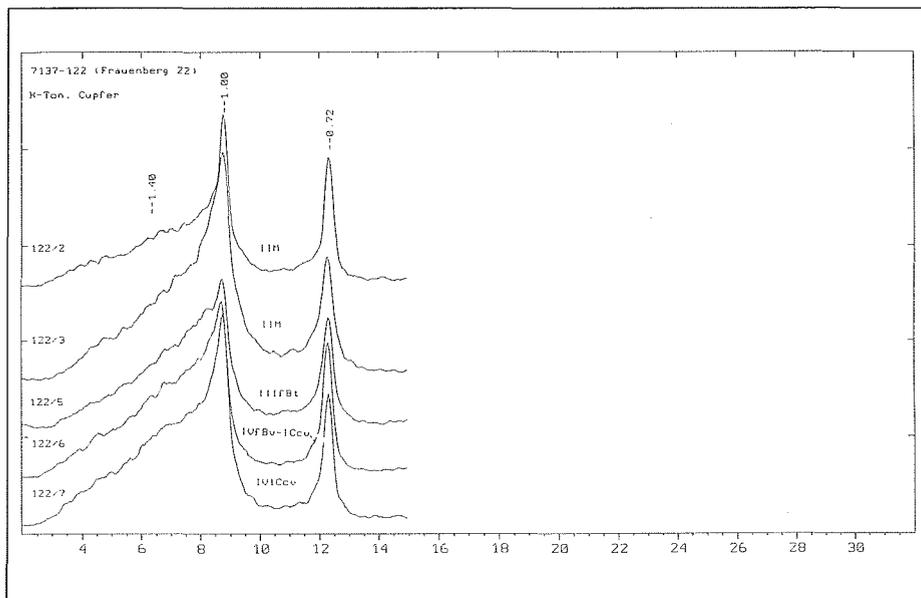


Abb. 161: Diffraktogramme des Profils 7137-122 (Frauenberg 22): Kaliumbelegte Präparate (Tonfraktion $< 2\mu\text{m}$).

Sämtliche Bt-Horizonte der holozänen Parabraunerden am Frauenberg zeigen ein ähnliches Tonmineralspektrum. Dies wird aus dem Vergleich der Profile 7137-101, 7137-104 und 7137-122 deutlich. Die Anteile an 1,4nm-Komponenten geringfügig schwanken können. Die Kolluvien zeigen regelhaft höhere Illitwerte und weniger 1,4nm-Komponenten in ihrem Spektrum, wobei darunter nicht quellfähige Minerale, hochgeladene Vermiculite stärker vertreten sind als in den Bt-Horizonten. Bodenökologisch läßt sich ferner nachweisen, daß präunfelderzeitlich noch keine pedogene Chloritisierung der Tonminerale stattgefunden hat, denn sekundär chloritisierte Minerale fehlen in den entsprechenden fossilen Böden generell. Tonminerale als Indikatoren bzw. Zeiger, die regelhaft zur Abgrenzung von Schichten herangezogen werden könnten, lassen sich auf dem Frauenberg trotz unterschiedlicher Sedimente nicht erkennen.

Es konnte gezeigt werden, daß zwischen dem dritten und vierten Abschnittswall keine ungestörte holozäne Bodenbildung mehr vorzufinden ist. Kolluvial überdeckte und erodierte Böden dominieren³⁷⁶. Bisher wurden jedoch lediglich Standorte vorgestellt, die rezent unter Grünland- bzw. Ackernutzung stehen. Aus einem mittelalten Laubmischwaldbestand nördlich des vierten Abschnittswalles werden entsprechende Vergleichsprofile vorgestellt.

Im genannten Waldareal finden sich Belege für eine vergleichbar starke Bodenerosion wie auf den Grünland- und Ackerstandorten. Damit ist unabhängig eine frühere, großflächigere agrarische Nutzung des Berges nachgewiesen. Kolluviale Sedimente sind in geringer Mächtigkeit vertreten. Als Folge der Wiederbewaldung haben sich aus den meist 0,2 bis 0,3m mächtigen Kolluvien, die oftmals direkt den Albverwitterungslehmen aufliegen, schwach entwickelte Braunerden gebildet. Stellenweise treten Reste von Parabraunerden auf (Profil 7136-131 (Frauenberg 31), Abb. 162). Diese Böden werden als Phäno-Parabraunerden angesprochen, da zwischen Al- und Bt-Horizont eine Schichtgrenze auszumachen ist³⁷⁷. Auffällig ist die starke Bodenversauerung der Waldstandorte. Mit pH(CaCl₂)-Werten von 3,7 im Al-Horizont wird ein Aziditätsmilieu erreicht, wie es auch in nicht bis kaum erodierten - und damit unter ständiger Waldbedeckung - Laubwaldstandorten des Lößgebietes bei Regensburg erreicht werden (vgl. **Völkel 1995: 263**), ein Hinweis auf die progrediente Waldbodenversauerung seit der einsetzenden Industrialisierung.

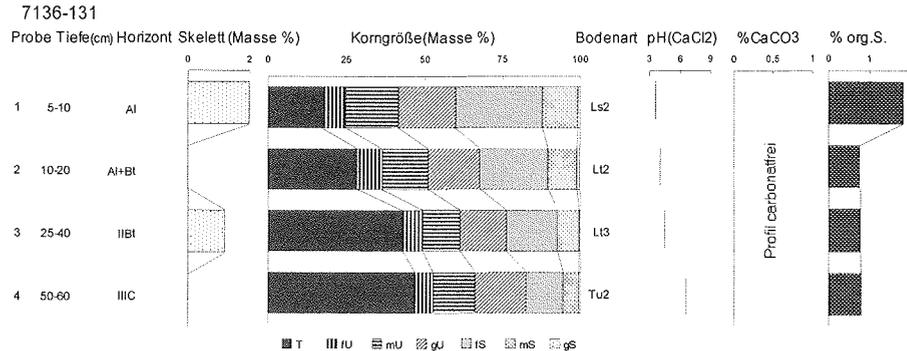


Abb. 162: Profil 7136-131 (Frauenberg 31)³⁷⁸. Laboranalytische Standardwerte.

³⁷⁶ Es ist zu betonen, daß der Erosionsgrad der Böden in der Bodenkarte (Abb. 153) nicht realistisch zum Ausdruck kommt. Erosiv verkürzte Böden sind stark unterrepräsentiert, da bereits geringmächtige kolluviale Bedeckungen als Kolluvien bzw. Kolluvisole auskartiert wurden.

³⁷⁷ Die Al-Horizonte haben sich aus sandig-lehmigen Kolluvien entwickelt. Die Schichtgrenze äußert sich in einer kleinen Skelettlage an der Basis des Al+Bt-Horizontes. Bodenbildung im Sinne einer Lessivierung greift über die Schichtgrenze hinweg. Der Bt-Horizont stammt aus einer pleistozänen Vermengung von Lößlehm und Albverwitterungslehm. Die hohen Tongehalte (42%) weisen zweifellos darauf hin.

³⁷⁸ In den Proben 131/2 und /4 treten Skelettgehalte von < 1 Gew.-% auf. Diese sind in der graphischen Darstellung nicht erfaßt.

Böden und Sedimente am Südhang des Frauenberges

Im Zuge von Baumaßnahmen am Südhang des Frauenberges³⁷⁹ konnten in 370m NN weitere Profile aufgenommen werden. Belegt sind (allerdings undatierte) Kolluvien von maximal 1,1m Mächtigkeit, die sich selbst an diesem mit 7 bis 8° geneigten Hang³⁸⁰ erhalten haben. Ferner finden sich ergänzende Hinweise zur würmzeitlichen Lößsedimentation. Die Löss sind zwar untergeordnet durch solifluidale Verlagerung gekennzeichnet und weisen einige wenige Malmkalkbruchstücke in der Matrix auf, zeigen aber eine vergleichbare Körnung und einen ähnlichen Carbonatgehalt (knapp 30%) wie die bereits vorgestellten Löss des Frauenberges.

Mit Profil 7136-139 (Frauenberg 39) (Abb. 163, Abb. 164) ist der Aufbau der Böden und Sedimente an den Südhängen des Frauenberges zu dokumentieren. In einer Tiefe von 1,7m stehen, als Fließerde verlagerte, Verwitterungslehme an, die von Malmkalken durchsetzt sind (7136-139/8). Darüber folgt ein 0,1m mächtiges Spülsediment mit über 65% Sandanteilen (7136-139/7). Überlagert wird das Spülsediment durch zwei weitere Fließerden (7136-139/6 und 7136-139/5), die jeweils 0,2m vertikale Erstreckung zeigen. Die ältere Fließerde setzt sich durch höhere Sandgehalte von der jüngeren ab. Im jüngeren Solifluktuationsprodukt sind gewichtigere Lößanteile festzustellen. Darüber hinaus ist in der jüngeren Fließerde die Entwicklung eines Bt-Horizontes (mit hohen Anteilen an Verwitterungslehmen) festzustellen³⁸¹. Überlagert werden die Fließerden von einem tonig-lehmigen Kolluvium (7136-139/4, - 139/3 und -139/2). Das 0,9m mächtige Kolluvium führt neben Kiesen aus der kieselig-lehmigen Albüberdeckung auch Malmkalken mit. Es ist von brauner (10YR 4/4) bis leuchtend brauner (10YR 5/6) Farbe und durch einen hohen Sandlößeinfluß gekennzeichnet. In sich ist es pedogenetisch nicht weiter differenziert.

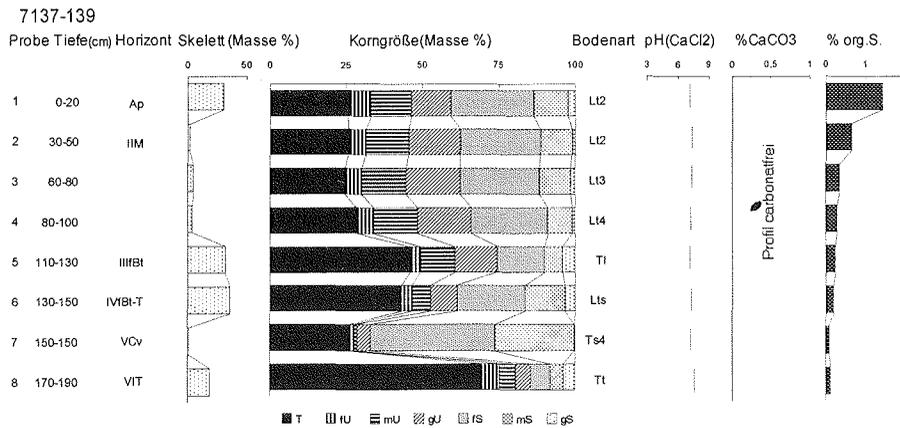


Abb. 163: Profil 7136-139 (Frauenberg 39): Laboranalytische Standardwerte.

³⁷⁹ 300m westlich der Profile unterhalb des vierten Abschnittswalles.

³⁸⁰ Rezent unter Grünlandnutzung.

³⁸¹ Wenige Meter von Profil 7136-139 entfernt war ein Bt-Horizont aufgeschlossen, der frei von Albverwitterungslehmeinflüssen war. Die Tongehalte in diesem Bt-Horizont betragen nur etwa 37% (vgl. 7136-140/1, Kap. 9.1.9.6).

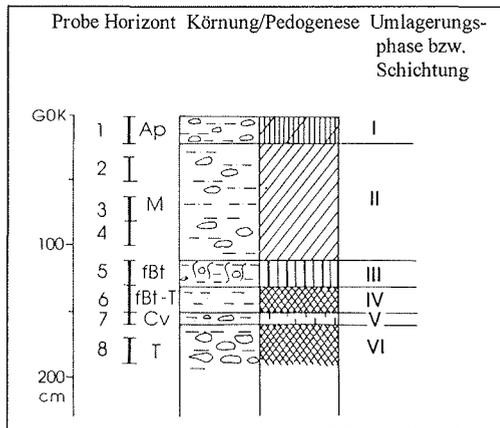


Abb. 164: Profil 7136-139 (Frauenberg 39).

Die Anteile an oxalatlöslichem Eisen sind äußerst gering (Abb. 165) und liegen lediglich bei etwa 0,1%. Ebenso niedrige Feo-Werte werden auch im ehemaligen Ap-Horizont gemessen, der durch hohe Kiesanteile vom Kolluvium abgesetzt ist. Der relative Feo-Anteil ist in den Kolluvien und im Ap-Horizont noch am höchsten (Abb. 167). Innerhalb des Kolluviums ist der höchste Fed-Wert im tiefsten Bereich festzustellen. Dort sind auch die höchsten Tongehalte zu erkennen. Möglicherweise verbirgt sich darin eine makroskopisch nicht sichtbare Tonverlagerung.

Das pedogene Eisen wird eindeutig durch die dithionitlösliche Fraktion bestimmt, die ihrerseits wiederum in den Lößlehm-Albverwitterungslehmfleßerden die maximalen Werte von ca. 1,8% erreicht, damit die insgesamt höchsten Fed-Werte am Frauenberg. In diesen Horizonten ist auch der Gesamtgehalt an pedogenem Eisen am höchsten. Es werden Gehalte von nur wenig unter 2% erzielt (Abb. 166). Die Schichtung in den tieferen Profilbereichen wird auch über das pedogene Eisen sichtbar. Generell geringere Eisengehalte zeigen sich in den Verwitterungslehmen trotz höherer Tongehalte. Dies läßt darauf schließen, daß das (kristalline) pedogene Eisen vorwiegend aus den Lössen und Lößderivaten stammt. Insgesamt sind im Profil 7136-139 die geringsten modifizierten Aktivitätsgrade festzustellen und damit die höchsten relativen Anteile kristalliner Eisenoxide (Abb. 167).

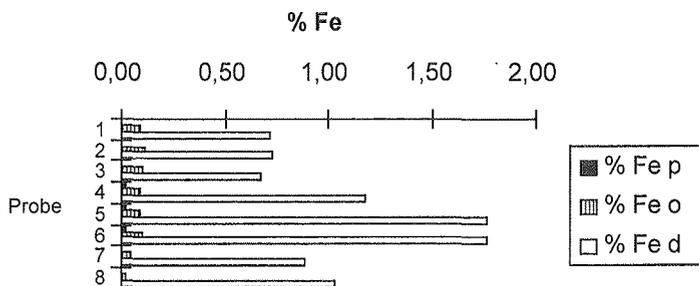


Abb. 165: Profil 7136-139 (Frauenberg 39): Pedogenes Eisen - Anteile der unterschiedlich gebundenen Fraktionen.

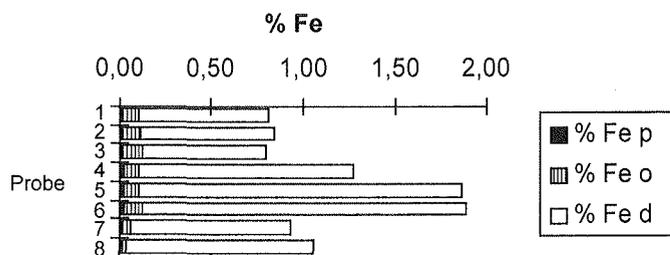


Abb. 166: Profil 7136-139 (Frauenberg 39): Tiefenverlauf des pedogenen Eisens.

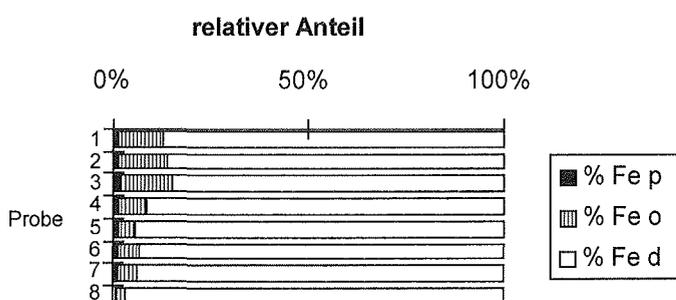


Abb. 167: Profil 7137-139 (Frauenberg 39): Relativer Anteil der unterschiedlich gebundenen Fraktionen des pedogenen Eisens.

Die kolluvialen Straten am Südhang des Frauenberges sind archäologisch steril und nicht durch Holzkohlefitter gekennzeichnet. Eine Datierung der Sedimente ist nur mittels OSL möglich. Aus dem Habitus der Sedimente kann keine altersmäßige Einschätzung abgegeben werden. Aufgrund der hohen Reliefenergie erscheint es unwahrscheinlich, daß es sich um vorge-schichtliche Umlagerungshorizonte handelt.

Frauenberg-Klostergarten³⁸²

Im vorgeschichtlichen Siedlungsareal zwischen Wolfgangswall und dem nordwestlichen Sporn des Frauenberges ist es problematisch Bodenerosionsphasen nachzuweisen und zu datieren. Dies liegt daran, daß sich keine entsprechenden Kolluvien finden lassen. Aufgrund der Reliefgegebenheiten ist auch für diesen Ort von einer würmzeitlichen Lößablagerung und der Bildung von Parabraunerden auszugehen. Aber Hinweise auf in situ-Parabraunerden fehlen vollständig. Da die spätrömische Kulturschicht fast vollständig verloren gegangen ist (vgl. Spindler 1981), müssen hier auch mit und/oder nach der römischen Nutzung noch erhebliche Bodenumlagerungen vonstatten gegangen sein. Eine Grabung im Bereich des ehemaligen Gartens des Kloster Weltenburgs (ca. 365m NN) schließt die Stratigraphie am nordwestlichen Sporn des Frauenberges auf.

Es zeigen sich mittelalterliche Öfen³⁸³, die in die anstehenden Malmkalke eingebracht sind. Die Öfen werden von tonig-lehmigen Kolluvien aus Bt-Material in einer Mächtigkeit von 1,0 bis

³⁸² Vgl. archäologische Grabungsfläche 10, Aufschluß für bodenkundliche Profilaufnahmen D (vgl. Abb. 119)

³⁸³ Mündliche Mitteilung Dr. M. Rind (Kreisarchäologie Kelheim), Nachtrag.

1,2m fossilisiert. Das Mindestalter der Kolluvien ist bekannt, da auf ihnen eine Mauer aus dem Spätmittelalter (bzw. frühe Neuzeit)³⁸⁴ verläuft.

An einer Stelle, Profil 7136-403 (Klostergarten 3) (vgl. Kap. 9.1.9.9), findet sich ferner in einer erosionsgeschützten Position ein extrem carbonatreicher (52% Carbonatgehalt), stark feinsandig orientierter (etwa 43% Feinsand) Löß. Dies ist der einzige unzweifelhafte Hinweis, daß auch in diesem Areal Löss zur Ablagerung gekommen sind. Da von einer, aufgrund der Reliefgegebenheiten, großflächigen Lößakkumulation auszugehen ist, ist die ehemalige Verbreitung von Parabraunerden wie unter dem Wolfgangswall zu fordern. Hinweise darauf finden sich ausschließlich in den mittelalterlichen Kolluvien, die die Öfen bedecken. Wie die Profile 7136-401 (Klostergarten 1) (vgl. Kap. 9.1.9.9) und 7136-402 (Klostergarten 2) (vgl. Kap. 9.1.9.9) belegen, handelt es sich bei den mehrphasig abgelagerten Sedimenten in erster Linie um umgelagertes Bt-Material³⁸⁵. An der Lokalität Klostergarten muß davon ausgegangen werden, daß die hier ehemals vorhandenen Löss- und Parabraunerden bereits vor und/oder mit der mittelalterlichen Nutzung erodiert waren. Noch während und/oder nach dem Mittelalter kam es erneut zu hohen Bodenerosionsbeträgen, die vor allem die hangwärtig zu jener Zeit noch vorhandenen Bt-Materialien ergriff. Die stark von Skeletten unterschiedlicher Natur durchsetzten Substrate wurden in der lokalen Erosionsfalle vor dem Steilabbruch zur Donau abgelagert.

Die wenigen gesicherten Befunde aus der Grabung Klostergarten und den Bohrungen im Areal zwischen Wolfgangswall und Nordwestsporn des Frauenberges reichen nicht aus, um eine ähnlich detaillierte (anthropogen induzierte) Landschaftsgeschichte wie im Umfeld des äußersten Abschnittswalles ableiten zu können. Die Ergebnisse geben aber Hinweise darauf, daß es auch im eigentlichen vorgeschichtlichen Siedlungsareal sowohl vor als auch im Mittelalter zu erheblicher Bodenerosion gekommen ist. Darüber hinaus finden sich erneut Belege auf die ursprüngliche Lößbedeckung und damit die bodenökologische Situation vor dem Einsetzen der vorgeschichtlichen Besiedlung.

5.4.1.4 Zusammenfassung³⁸⁶

Auf dem Frauenberg bei Kelheim kommt es im Würm zu einer weitflächigen Lößbedeckung (Abb. 168: Phase 1). Nachweise dafür finden sich an verschiedenen Lokalitäten: Carbonatreicher Löß tritt im Liegenden des Wolfgangswalles auf, ferner im Umfeld des äußersten Abschnittswalles, in erosionsgeschützten Mulden- bzw. Dellenpositionen an Südosthängen, am Südhang und am nordwestlichen Sporn des Frauenberges. Durch die noch erhaltenen Löß- und Bodenreste (Bt-Horizonte holozäner Parabraunerden unter dem Wolfgangswall und dem äußersten Abschnittswall) ist zusätzlich die ehemalige Lößmächtigkeit und -verbreitung annähernd zu rekonstruieren. Sie erreichte beispielsweise in den nicht zu steilen Südosthängen mehr als 1,5m. Auf dem Plateau (Wolfgangswall) dürften sich weniger hohe Lößmächtigkeiten nachvollziehen lassen (ca. 1 bis 1,5m). Die Löss- des Frauenberges sind überwiegend sehr carbonatreich (um die 30% Carbonatwerte) und weisen Tongehalte von unter 20% auf. Darüber hinaus sind sie stark feinsandig geprägt und faziell differenziert. Innerhalb der Schlufffraktion sind sie eindeutig grobschluffdominert. Als natürliche holozäne Bodenbildung ist auf dem Frauenberg eine Parabraunerde aus Löß bis Sandlöß, in Hanglagen aus Lößlehm nachgewiesen (vgl. Abb. 168: Phase 2). Bedingt durch die granulometrische Zusammensetzung des Ausgangssubstrates bilden sich Parabraunerden mit Bt-Horizonten, in denen sich die Tongehalte maximal auf 35% belaufen. Höhere Tonwerte in den Ton-

³⁸⁴ Die Mauer ist auf einem Gemälde aus dem 17. Jahrhundert zu erkennen.

³⁸⁵ Die Korngrößenzusammensetzung kommt jener des fossilen Bt-Horizontes unter dem Wolfgangswall sehr nahe. Die umgelagerten Horizonte haben hohe Anteile an organischer Substanz (ca. 3%), die meines Erachtens für eine ehemals intensive anthropogene Nutzung sprechen (Laufhorizont, Ackerbau etc.).

³⁸⁶ Abb. 168 zeigt eine schematische, stark vereinfachte Darstellung der Landschaftsentwicklung an südostexponierten Hängen des Frauenberges.

anreicherungshorizonten sind auf die Einmischung tertiärer Verwitterungslehme zurückzuführen. Aufgrund der fossilen Bt-Reste im Liegenden der Verteidigungswälle ist festzustellen, das präurnfelderzeitlich sowohl hinsichtlich der Intensität der Tonverlagerung als auch bezüglich der Horizontmächtigkeiten am Frauenberg bereits voll entwickelte Parabraunerden vorkamen.

Hinweise auf die Bedeckung mit carbonatreichen Lössen fehlen nur in den exponierten Kuppenbereichen. Dies ist aufgrund theoretischer Überlegungen und den Ergebnissen von Windkanalsimulationen plausibel (vgl. **Goossens 1997**). Höchstwahrscheinlich kommt es später auf dem Plateau und auch an den Hängen des Frauenberges zur Sedimentation von Flugsanden. Zeitlich wird die Flugsandumlagerung auch an anderen Orten in der Nähe des Frauenberges nach der Lößakkumulation angesetzt (vgl. **Schmidt-Kaler 1968, Weber 1978**). Da die Flugsande in pleistozän umgelagerte Straten kryoturbar und solifluidal eingemengt sind, ist am Frauenberg eher von einer spätglazialen als von einer altholozänen Akkumulation auszugehen. Diese äolischen Sande, die teilweise auch in Spülsedimenten sekundär umgelagert wurden, unterscheiden sich granulometrisch eindeutig von den größeren, unterkretazischen Schutzfelssanden des Plateaus. In Abschnitten des dritten Verteidigungswalles können entsprechende Bodenbildungen aus periglazial umgelagerten und durchmengten Albverwitterungslehmen, Flugsanden und - stark untergeordneten - Lößlehm belegt werden. Bezüglich der vorgeschichtlichen Besiedlung heißt dies, daß am Frauenberg günstige Ackerstandorte mit Parabraunerden aus Löß dominierten.

Die im Mittelneolithikum einsetzende Besiedlung des Frauenberges (vgl. **Spindler 1981**), mit weiteren Siedlungsschwerpunkten in der Bronze-, Urnenfelder- und Frühlatènezeit sowie einer spätrömischen Nutzung führt zur Rodung der ursprünglichen Laubmischwälder und zur Anlage von Ackerflächen. **Spindler (1981)** zufolge ist vorgeschichtlicher Ackerbau auf dem Frauenberg unzweifelhaft belegt. Wie gezeigt werden konnte, setzt bereits vor der Urnenfelderzeit Bodenerosion auf dem Frauenberg ein. Die Bodenerosion zeigt eine raum-zeitliche Differenzierung der menschlichen Eingriffe in die Naturlandschaft auf. Verbreitung und Physiognomie der rezenten Böden belegen eine umfangreiche anthropogene Umgestaltung und Zerstörung der Böden in den letzten Jahrtausenden. Bereits **Spindler (1981)** weist auf erosionsbedingt stark verkürzte Bodenprofile in der Umgebung des Wolfgangswalles und auf akkumuliertes Bodenmaterial, durchsetzt von vorgeschichtlicher Keramik, in Tiefenlinien hin.

Die zeitliche Einordnung der Bodenerosion ist zum jetzigen Zeitpunkt wegen noch fehlender bzw. unzureichend abgesicherter Datierungen nur annähernd möglich. Darüber hinaus fehlen am Frauenberg Sedimentationsräume, in denen die kolluvialen Sedimente stratigraphisch ausgewertet werden könnten.

Eine erste Bodenerosionsphase³⁸⁷ läuft bereits vor der Urnenfelderzeit ab, sie ist jedoch nur lokal (im Bereich des äußersten Abschnittswalles) belegbar. Umgelagert werden lößbürtige Sedimente, die auch in Hangbereichen zur Sedimentation gelangen (A1-Horizonte). In diesen Sedimenten können nachfolgend pedogenetische Prozesse im Sinne einer Tonverlagerung belegt werden. Dies ist meines Erachtens ein Beleg für eine zumindest mittelfristige Stabilitätsphase mit Bodenbildung, die wahrscheinlich nur unter einer Wiederbewaldung abgelaufen sein kann (vgl. **Bork 1988, Thiemeyer 1989b**). Deshalb ist diese kleinräumige Bodenverlagerung sicher älter als die Anlage des urnenfelderzeitlichen Verteidigungswalles, von dem diese Böden randlich fossilisiert werden. Möglicherweise stehen die Erosionsprodukte im Zusammenhang mit der bronzezeitlichen Besiedlung des Berges.

Die ältere Bodenerosionsphase (Abb. 168: Phase 3) ist durch Profile im Liegenden des äußersten Abschnittswalles dokumentiert. Der Wall wurde nicht auf der in situ gebildeten Parabraunerde, von der nur noch geringmächtige Reste des Bt-Horizontes zeugen, errichtet,

³⁸⁷ In Abb. 168 nicht dargestellt, da nur von lokaler Bedeutung.

sondern bereits auf anthropogen verlagertem Solumsmaterial. Holzkohlefunde und Strukturveränderungen in den Sedimenten belegen dies. Die Abtragungsphase, in deren korrelaten Sedimenten keine Bodenbildungen beobachtbar sind, muß geringfügig älter und/oder gleichalt mit der Anlage des äußersten Abschnittswalles sein, der in die frühe bis mittlere Urnenfelderzeit zu datieren ist (**Rind 1995, 1997b**). Die Bodenumlagerungen haben über Veränderungen der Bodentypen auch zu Modifikationen der Landschaftsformen geführt. Unterhalb des äußersten Abschnittswalles (vgl. Abb. 136) kommt es in der Bronze- oder frühen Urnenfelderzeit, sicher jedoch vor Anlage des Walles zu einer erhöhten Linearerosion, die zu einer vollständigen Ausräumung der Löß-Parabraunerden führt. Die holozänen Parabraunerden wurden damit vor Ablagerung lehmig-sandiger Kolluvien, in denen nachfolgend die Bodenbildung in Richtung einer Braunerde ablief bereits erodiert. Entsprechende Perioden starker linearer Erosion können auch Ausdruck entsprechender witterungsklimatischer Bedingungen sein (vgl. **Bork & Bork 1987, Thiemeyer 1989b**). Ob dies am Frauenberg der Fall war, muß zunächst dahingestellt bleiben³⁸⁸. Die in den Runsen abgelagerten Sedimente, die letztlich zu einem erneuten Reliefausgleich als Folge ackerbaulicher Tätigkeiten geführt haben, sind darüber hinaus auch archäologisch steril. Eine Altersbestimmung ist nicht möglich. Die Fundarmut kann als Hinweis auf eine Umlagerung der Sedimente als Konsequenz ackerbaulicher Tätigkeiten interpretiert werden (vgl. **Semmel 1995**).

Im Zuge der Errichtung und Erneuerung des äußersten Abschnittswalles (vgl. **Rind 1997b**) kommt es zu einer jüngeren Phase der Bodenerosion (Abb. 168: Phase 4). Belegt wird diese durch lößbürtige Kolluvien innerhalb der Wallanlagen und in den Wällen selbst. Die Sedimente in den Wällen belegen, daß zwischen den beiden Wallbauphasen erhöhter Sedimentumlagerung abläuft. Ferner zeichnet sich auch aus bodenkundlicher Sicht ab, daß die Wallphasen zeitlich nicht sehr weit voneinander getrennt sein können, da die „innerurnenfelderzeitlichen“ Kolluvien von einer Pedogenese nicht erfaßt sind.

An die urnenfelderzeitliche Bodenerosion - kleinräumig von einer späteren, möglicherweise frühlatènezeitlichen Umlagerung gefolgt - anschließend laufen in den kolluvialen Sedimenten pedogenetische Prozesse (Tonverlagerung) ab. Die Böden in den Kolluvien dokumentieren, daß auf dem Frauenberg zeitweise erneut günstige Bodenbildungsbedingungen herrschen. Eine entsprechende Prozesse fördernde Wiederbewaldung kann für das 7. Jahrhundert AD rekonstruiert werden (**Christlein 1971: 51**). Sie ist darüber hinaus für weitere siedlungsfreie Zeitabschnitte anzunehmen. Die gegenwärtige bodenökologische Situation des Frauenberges (Abb. 168: Phase 5) ist durch das fast völlige Fehlen der natürlichen holozänen Böden gekennzeichnet. Rezente Bodenerosion führt mitunter zur weiteren Zerstörung vorgeschichtlicher Formen (**Rind 1994a**).

Im vorgeschichtlichen Siedlungsareal zwischen Wolfgangswall und dem Nordwestsporn des Frauenberges ist die Differenzierung der Bodenerosion schwierig, da sich kaum datierbare Kolluvien finden und Hinweise auf die ehemaligen Parabraunerden fast vollständig fehlen. Aber auch hier zeigen sich starke Bodenerosionserscheinungen, die zeitlich lediglich in prämittelalterliche und mittelalterliche bis neuzeitliche Prozesse zu differenzieren sind³⁸⁹.

Am Frauenberg bei Kelheim setzt Bodenerosion bereits früh in vorgeschichtlicher Zeit ein. Besonders stark ist die erosiv-kolluviale Umgestaltung der Landschaft in der Urnenfelderzeit belegt. Die anthropogene Nutzung führt zu Asynchronitäten in der Landschaftsentwicklung und zu einer hochgradigen Zerstörung der natürlichen Lößböden. Diese Degradierung ist fast ausschließlich auf anthropogene Eingriffe zurückzuführen. Witterungsklimatische

³⁸⁸ In Frage kommt hier die 3. Periode mit höherer Wahrscheinlichkeit für erosive Niederschläge (Tab. 3).

³⁸⁹ Es fehlen weiter pedologisch-sedimentologische Hinweise auf landschaftsverändernde Auswirkungen des keltischen(?) Erzabbaus (Arzberg) und der politisch unruhigen Zeiten im 10. Jahrhundert AD.

Extremereignisse können im Falle linearerosiver Prozesse eine wichtige Rolle gespielt haben. Sie sind jedoch zum jetzigen Zeitpunkt nicht nachweisbar. Im folgenden wird kurz auf sedimentologisch-pedologische Befunde zur Landschaftsgeschichte des Bogenberges donauabwärts eingegangen (Nuber 1996, Heine et al. 1997). Es soll geklärt werden, ob auch dort entsprechend gravierende Umweltveränderungen nachweisbar sind. Unterschiede und Gemeinsamkeiten in der Entwicklung dieser vorgeschichtlichen Höhen-siedlungen werden erläutert und anschließend diskutiert.

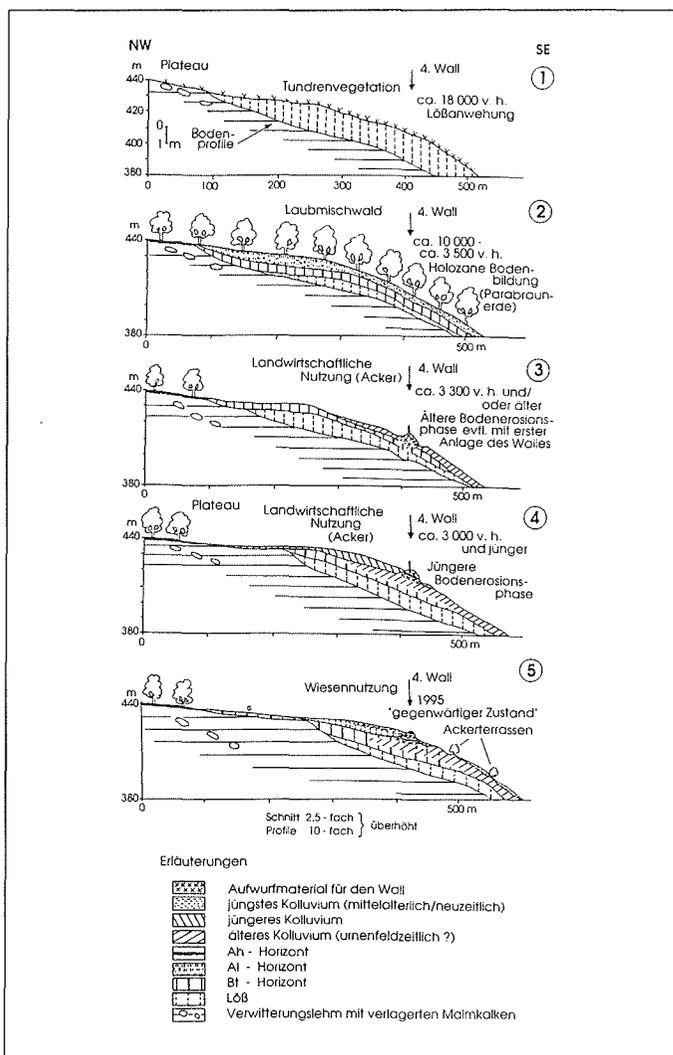


Abb. 168: Schematische Darstellung der Landschaftsgeschichte am östlichen Frauenberg³⁹⁰ (aus: Niller et al. 1997: 85).

³⁹⁰ Die Profile sind nicht maßstabsgerecht dargestellt, ferner sind wichtige Befunde überzeichnet.

5.4.2 Der Bogenberg bei Straubing - Exkurs

Im Rahmen der Untersuchungen zur prähistorischen Kulturlandschaftsentwicklung im Lößgebiet bei Regensburg und seiner Randregionen wird neben dem Frauenberg bei Kelheim der Bogenberg bei Straubing bearbeitet (Nuber 1996, Heine et al. 1997)³⁹¹. Er gehört ebenfalls zu den wichtigen bronze- bis urnenfelderzeitlichen Höhensiedlungen des bayerischen Raumes (Damminger & Schauer 1997).

Der Bogenberg, am linken Ufer der Donau im Übergang zwischen Dungau und Bayerischem Wald gelegen, ist geologisch aus mylonitisertem Perlgneis aufgebaut, der in Verbindung mit tektonischen Bewegungen während der Anlage des Donaurandbruchs entsteht (vgl. Kap. 3.2.1.2.1). Die Mylonitisierung führt zu einem unterschiedlich starken Verfestigungsgrad des tektonisch beanspruchten Gesteinsverbandes, partiell in Verbindung mit hydrothermalen Einflüssen (Knorr 1984). Nuber (1996) konnte auf dem Bogenberg einen kleinräumigen Wechsel von Gesteinen unterschiedlichen Mylonitisierungsgrades nachweisen. Das Obere Plateau (vgl. Abb. 169) wird von einem stark mylonitiserten, schwach sauren Perlgneis gebildet, demgegenüber zeigt das Untere Plateau lediglich einen nur schwach mylonitiserten, stark sauren Perlgneis.

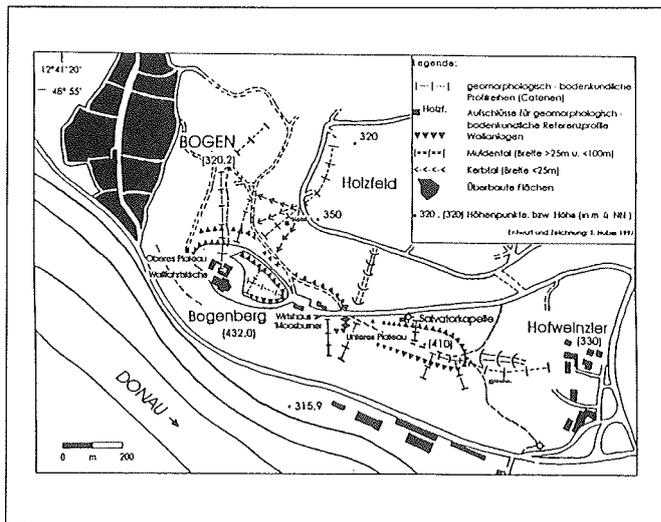


Abb. 169: Bogenberg - Lage der geomorphologisch-pedologischen Profile und Catenen (aus: Heine et al. 1997: 445).

Ähnlich den Vorgängen am Frauenberg (Kap. 5.4.1) erfolgt am Bogenberg eine räumlich differenzierte, würmzeitliche Lößablagerung (Abb. 170: Phase 1). Vorwiegend das Obere Plateau wird von diesen äolischen Lockersedimenten überkleidet, während auf dem Unteren Plateau nur eine äußerst geringe Sedimentation zu belegen ist. Der unterschiedliche Mylonitisierungsgrad der Gesteine, die räumlich variierende Lößmächtigkeit, die pleistozänen Umlagerungserscheinungen und die daraus abzuleitende differenzierte spätleistozäne bis holozäne Bodenbildung schaffen räumlich unterschiedliche Bedingungen für die anthropogene Nutzung des Berges (Heine et al. 1997). Während sich an den Hängen und auf der Fläche des

³⁹¹ Originaldaten siehe Nuber (1996).

Oberen Plateaus Parabraunerden³⁹² aus Löß und Lößlehmfließerden mit Gneiszersatzmaterial entwickeln, bilden sich aus den lediglich gering lößbeeinflussten Deckschichten des Unteren Plateaus Braunerden³⁹³ (Abb. 170: Phase 2). Das Obere Plateau, das die fruchtbaren Parabraunerden trägt, wird, vorwiegend wohl aus strategischen Überlegungen als erster, bronzezeitlicher Siedlungsplatz gewählt (**Damminger & Schauer 1997**). Ein Abschnittsgraben, der die westlichen „zwei Flächendrittel des Gipfelplateaus vom übrigen Bergrücken abtrennte“ (**Schauer 1996: 16**), gehört der ältesten Siedlungsphase an. Bereits diese erste Nutzungsphase führt zu einer weitgehenden Denudation der Böden im Ostteil des Oberen Plateaus (Abb. 170: Phase 3). Belege dafür sind postmittelbronzezeitliche Grabenverfüllungen, die keinen Hinweis auf Lößbürtigkeit zeigen. Dagegen finden sich im Westteil des Oberen Plateaus noch bis in die Mittlere Urnenfelderzeit Parabraunerden, erwiesen durch einen, unter einem Wallkörper dieser Zeit, fossilisierten Parabraunerderest. Die geomorphologisch-pedologischen Befunde bestätigen eine kleinräumig differenzierte Umgestaltung des Oberen Plateaus in den frühesten Abschnitten der vorgeschichtlichen Besiedlung.

In der Mittleren Urnenfelderzeit kommt es zur Errichtung eines ersten Walles (vgl. Kap. 5.4.1, Frauenberg). Die Umlagerungstätigkeiten setzen sich fort (Abb. 170: Phase 4) (**Heine et al. 1997**). In den jünger werdenden, oberen Straten der Wallschüttungen des Oberen Plateaus nehmen die Lößanteile zu Gunsten der Gneisbestandteile mehr und mehr ab. Auch der Westteil des Oberen Plateaus ist in der Mittleren Urnenfelderzeit von einer spürbaren Abtragung der Lössen betroffen. Wahrscheinlich gleichzeitig mit der Errichtung der Wälle auf dem Oberen Plateau werden auf dem Unteren Plateau (vgl. Abb. 169) ebenfalls Verteidigungsanlagen erbaut. Die anthropogenen Eingriffe und die damit verbundenen Umlagerungsprozesse greifen dort nicht über den Innenraum der Wallanlagen hinaus. Während es innerhalb der Verteidigungsanlagen zu einer starken Degradierung und Verkürzung der Böden kommt, bleiben die anthropogenen Auswirkungen auf die Böden außerhalb der Wallanlagen minimal. Dies zeigen neben dort vollständig erhaltenen Bodenprofilen auch geringe Kolluvienmächtigkeiten in Hangfußbereichen am Ostsporn des Berges (Lokalität Hofweinzier, Abb. 169).

Am Ende der Urnenfelderzeit wird der Bogenberg als Siedlungsplatz aufgegeben (**Damminger & Schauer 1997**) (Abb. 170: Phase 5). Zurück bleiben zerstörte Wallanlagen und ein weitgehend von den natürlichen holozänen Böden entblößtes Oberes Plateau. Allerdings sind selbst im Bereich des anthropogen intensiv genutzten Oberen Plateaus lokal noch Areale ungestörter holozäner Pedogenese feststellbar (**Heine et al. 1997**). Nach einer fast zweitausendjährigen Siedlungsunterbrechung erfolgt im Mittelalter (Marienwallfahrt, 12. Jahrhundert AD) eine neuerliche Besiedlung des Berges (Abb. 170: Phase 6). Bis dahin haben sich überwiegend Rohböden in substratabhängiger Ausprägung entwickelt. Wie gravierend die vorgeschichtliche Bodenzerstörung war, zeigen mittelalterliche Bodenaufträge, die auf dem Oberen Plateau teilweise direkt dem mylonitisierten Perlgneis aufliegen. Durch diese Aufträge können jedoch die natürlichen, lößbedingten bodenökologischen Eigenschaften nicht wieder hergestellt werden.

Auf dem Bogenberg bei Straubing lassen sich extreme vorgeschichtliche Bodenerosionserscheinungen in einem, im Vergleich zum Frauenberg bei Kelheim, recht kurzen, aber hochintensiven Zeitraum der Besiedlung nachweisen.

Überlegungen zu den Ursachen von Gemeinsamkeiten und Unterschieden der Landschaftsentwicklung am Bogenberg und am Frauenberg, weiter einige Gedanken zu den möglichen Gründen der Aufgabe urnenfelderzeitlicher Höhensiedlungen sind Gegenstand der abschließenden Ausführungen.

³⁹² Entsprechende Böden sind im Bereich des Holzfeldes (vgl. Abb. 170) an den Hängen des Oberen Plateaus rezent nachzuweisen.

³⁹³ Belege für diese Bodenbildung finden sich am Osthang des Unteren Plateaus (vgl. Abb. 170).

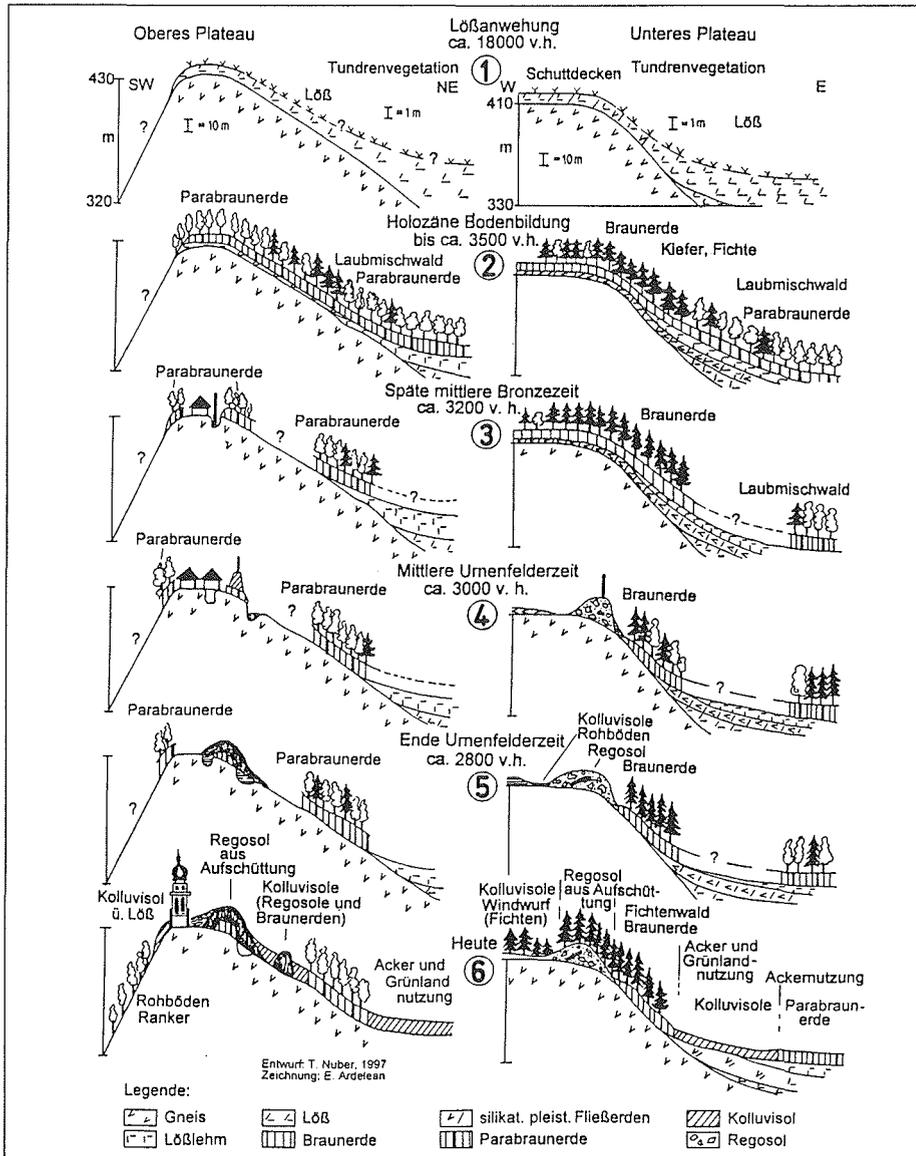


Abb. 170: Schematische Darstellung der Landschaftsgeschichte am Bogenberg (aus: Heine et al. 1997: 447).

5.4.3 Anthropogene Landschaftsveränderungen in vorgeschichtlichen Höhensiedlungen Zusammenfassung und Diskussion

Frauenberg und Bogenberg stellen verkehrs- und siedlungsgeographisch vergleichbare Höhensiedlungen dar, die in der Vorgeschichte (Urnenfelderzeit) eine hohe zentralörtliche Funktion aufweisen (Heine et al. 1997). Sie sind gekennzeichnet durch Formen temporärer Herrschaft (Damminger & Schauer 1997), intensive Verflechtungen mit den Siedlungskammern im Umland (Spindler 1981, Schauer 1996)³⁹⁴ und darüber hinausgehende Fernbeziehungen (vgl. Schauer 1994). Kossack (1995a) weist auf die vielen noch offenen Fragen zu den Beziehungen zwischen den Bergbefestigungen und den jeweiligen bäuerlichen Verbänden des Umlandes hin.

In beiden Höhenbefestigungen hat der Mensch bereits in vorgeschichtlichen Epochen einen einschneidenden und tiefgreifenden Einfluß auf die Naturlandschaft ausgeübt. Dies ist aus der geomorphologisch-bodenkundlichen Rekonstruktion der Landschaftsgeschichte unzweifelhaft abzuleiten. Dabei sind sowohl am Frauenberg als auch am Bogenberg raum-zeitlich differenzierte Bodenerosionsphasen nachvollziehbar (Heine et al. 1997). Die durch menschliche Eingriffe ausgelösten Umlagerungsprozesse haben zur grundlegenden Veränderung und Degradierung einer ursprünglich von Parabraunerden geprägten Bodenlandschaft geführt. Die heutigen Böden sind in ihrer ökologischen Bedeutung nicht mehr mit den ursprünglichen Böden zu vergleichen. Kolluvisole, erosiv stark verkürzte Böden und Auftragsböden prägen in räumlicher Differenzierung das gegenwärtige Erscheinungsbild. Summarisch ist belegt, daß die anthropogenen Eingriffe in den Landschaftshaushalt auf dem Bogenberg intensiver und devastierender als auf dem Frauenberg waren, obwohl der Frauenberg eine sehr viel längere Siedlungsgeschichte aufweist (Kap. 5.4.1.2).

Außergewöhnlich landschaftsprägende Bedeutung hat an beiden Orten die Urnenfelderzeit. Infolge der nur wenige Jahrhunderte dauernden Besiedlung des Bogenberges kommt es in fast allen Plateaubereichen zur vollständigen Abtragung der holozänen Böden. Für spätere vorgeschichtliche Besiedlungen bietet der Bogenberg keine günstigen natürlichen Voraussetzungen mehr. Auch auf dem Frauenberg hat die urnenfelderzeitliche Besiedlung sehr hohe Bodenerosionsbeiträge zur Folge, mit einer allerdings weniger gravierenden Umgestaltung der Landschaft. Dies belegen unter anderem die späteren frühlatènezeitlichen Besiedlungsspuren (vgl. Malin-Boyce 1997). Wie am Bogenberg können auch am Frauenberg mehrere, mit verschiedenen vorgeschichtlichen Siedlungsepochen korrelierbare Phasen der Bodenzerstörung rekonstruiert werden. Hier wie dort ist zu erkennen, daß die anthropogen induzierte Landschaftsveränderung und -zerstörung zu einer kleinräumigen Asynchronität der Reliefentwicklung führt.

Die niederbayerischen Lößgebiete sind in der Urnenfelderzeit dicht besiedelt (u.a. Schmotz 1981, Hennig 1993, Damminger & Schauer 1997). Anthropogene Landschaftseingriffe dieser vorgeschichtlichen Epoche können auch südlich von Regensburg nachdrücklich belegt werden (vgl. Kap. 5.2.1).

Als Ursache für die unterschiedliche Stärke der Bodenerosion und den daraus resultierenden Konsequenzen in beiden Höhensiedlungen können genannt werden:

Zum einen die Siedlungsgeschichte (s.o.) (kurzfristige intensive Besiedlung des Bogenberges, mehrere Siedlungsphasen mit geringerer Bevölkerungs- und Siedlungsdichte auf dem Frauenberg) und zum anderen die jeweilige naturräumliche Ausstattung (Heine et al. 1997). Der Bogenberg ist enger gekammert, flächenmäßig kleiner und weist im Durchschnitt steilere Hangflanken auf. Bei vergleichbaren bodenökologischen Voraussetzungen (s.o.) ist er bereits

³⁹⁴ Auf entsprechende Umlandbeziehungen der urnenfelderzeitlichen Höhensiedlung auf dem Natternberg bei Deggendorf weist Schmotz (1981) hin.

aufgrund seiner Morphologie anfälliger für Bodenerosion als der weiträumigere, flächenhafter ausgeprägte Frauenberg.

Neben Fragen zur urnenfelderzeitlichen Berg-Umland-Beziehung und zur urnenfelderzeitlichen Siedlungsentwicklung steht die Diskussion um Gründe für die Aufgabe und das Verlassen der Bergbefestigungen im Mittelpunkt archäologischer Forschung (vgl. **Kossack 1995a, Schauer 1995**). Ergänzend zu den archäologischen Überlegungen kulturgeschichtlicher und soziologischer Natur ist dazu am Frauenberg und am Bogenberg aus geowissenschaftlicher Sicht anzumerken:

Durch die Vernichtung der bodenökologischen Grundlagen war auf dem Bogenberg zum Ende der urnenfelderzeitlichen Höhensiedlung *keine* sinnvolle agrarische Nutzung mehr möglich. Damit wuchs die ernährungstechnische Abhängigkeit des zentralen Ortes von den umgebenden Siedlungskammern (Hunderdorfer Senke, Hochterrasse der Donau). Möglicherweise haben sich daraus Veränderungen im gegenseitigen Verhältnis zwischen Bergbefestigung und Flachlandsiedlungen entwickelt³⁹⁵. Zumindest als destabilisierender Faktor der Berg-Umland-Wechselbeziehungen kann die exzessive urnenfelderzeitliche Bodenerosion betrachtet werden. Auf dem Frauenberg gibt es entsprechende Hinweise durch die geomorphologisch-pedologischen Befunde nicht (**Heine et al. 1997**). Trotz hoher Degradation der Böden während der urnenfelderzeitlichen Nutzungsphase konnte der Berg auch nachfolgend (u.a. Frühlatènezeit) genutzt werden. Dies spricht dagegen, daß das Ausmaß der Bodenerosion auf dem Frauenberg mit ein Grund für die Aufgabe der Höhensiedlung gewesen sein könnte. Insofern stellen sich die bodenökologischen Voraussetzungen und ihre möglichen Auswirkungen auf die Siedlungsentwicklung am Frauenberg und Bogenberg *unterschiedlich* dar.

Geowissenschaftliche Zeugnisse belegen klimatische Schwankungen gegen Ende der Urnenfelderzeit, die phasenweise von hoher Niederschlags- und Temperaturvariabilität gekennzeichnet sind (u.a. **Frenzel 1977, Willerding 1977, Jäger & Lozek 1978, Bouzek 1982**, vgl. Kap. 2.1.1.2)³⁹⁶. **Kossack (1995a: 11)** befindet jedoch, daß klimatische Parameter als „historischer Faktor [...] schwerlich in Betracht“ zu ziehen sind, und man es „noch immer [...] mit dem Ergebnis lokaler bodenkundlicher und vegetationsgeschichtlicher Beobachtungen zu tun [hat], die sich nur mit Mühe grob synchronisieren lassen.“

Die differenzierten Befunde in den beiden untersuchten niederbayerischen Höhensiedlungen mögen diese These zunächst stützen. Es ist allerdings durchaus möglich, daß eine entsprechend „negative“ Konstellation der natürlichen Systeme Böden (anthropogen degradiert) und Klima (hohe Variabilität in den Ernteerträgen) einen Einfluß auf die Siedlungsentwicklung der urnenfelderzeitlichen Höhenbefestigungen hatte (**Heine et al. 1997**), wobei die Auswirkungen natürlicher Faktoren nicht abschließend bewertet werden können.

Am Bogenberg ist die mögliche siedlungshistorische Konsequenz veränderter natürlicher Faktoren zweifellos bedeutender gewesen als am Frauenberg.

Generell bleibt hervorzuheben, daß die beiden vorgeschichtlichen niederbayerischen Höhensiedlungen die Untersuchungsstandorte darstellen, an denen der prähistorische anthropogene Einfluß auf die Landschaftsentwicklung am ausgeprägtesten war.

Klimatische Faktoren haben zwar modifizierend auf die Art der Erosion eingewirkt, treten jedoch in ihrer Bedeutung hinter den kulturellen Parametern eindeutig zurück.

³⁹⁵ Wobei bislang nicht bekannt ist, ob eine agrarische Nutzung des Bogenberges *überhaupt* von Bedeutung für die Bevölkerung des Berges war.

³⁹⁶ Vgl. Phase 4 erhöhter Wahrscheinlichkeit für Starkregenereignisse (Tab. 3).

6 Vorgeschichtliche Bodenerosion, holozäne Relief- und Bodenentwicklung - Zusammenfassende Diskussion

Mittels der geomorphologisch-pedologischen Bearbeitung von Auenlehmen, Kolluvien und Böden als Archive der Paläoumwelt wird versucht,

1. die holozäne Relief- und Bodenentwicklung im Lößgebiet bei Regensburg zu rekonstruieren,
2. einen Beitrag zur Diskussion hinsichtlich der steuernden Faktoren holozäner Landschaftsentwicklung - besonders seit den im Neolithikum grundsätzlich veränderten Mensch-Umwelt-Beziehungen - zu leisten und
3. zu prüfen, in welcher Form und bis zu welchem raum-zeitlichen Auflösungsgrad diese Paläoarchive als Zeugen der Landschaftsgeschichte verwendet und interpretiert werden können.

Um diese Ziele zu erreichen, wird das Bezugssystem Kuppe-Hang-Hangfuß-Nebental-Haupttal auf verschiedenen räumlichen Skalenniveaus analysiert.

6.1 Faktoren der holozänen Relief- und Bodenentwicklung

Die Untersuchungen zeigen, daß eine hohe raum-zeitliche Differenzierung der anthropogenen Einwirkungen auf die Landschaftsentwicklung bereits in vorgeschichtlicher Zeit festzustellen ist. Die Differenzierung bedingt eine Asynchronität in der mittel- bis jungholozänen Veränderung von Relief und Böden (vgl. **Burrin & Scaife 1988**). Aufgrund der kleinräumig wechselnden anthropogenen Eingriffe in den Landschaftshaushalt können morphodynamische Stabilitäts- und Aktivitätszustände im Sinne von **Rohdenburg (1970, 1990)** eng benachbart auftreten. Die Bedeutung der prähistorischen Kulturlandschaftsgeschichte für die Formungssteuerung im Holozän wird deutlich (vgl. **Hahn 1992**).

Die natürliche holozäne Formungsruhe ist im Untersuchungsgebiet lokal spätestens seit dem Neolithikum außer Kraft gesetzt. Es läßt sich weiter nachweisen, daß vorgeschichtlicher Ackerbau partiell bereits zu einer hohen Degradierung der Böden führt und die menschlichen Eingriffe dieser Zeit nicht im Einklang mit den natürlichen Verhältnissen stehen (vgl. u.a. **Kossack 1995b, Semmel 1995**).

Eine Quantifizierung der vorgeschichtlichen Bodenerosion im Lößgebiet bei Regensburg muß offen gelassen werden:

1. Bislang liegen nicht genügend Paläodaten vor, sowohl was anthropogene als auch natürliche Faktoren betrifft (vgl. **Favies-Mortlock et al. 1997**).
2. Auenlehme können nicht zur Bilanzierung der vorgeschichtlichen Landschaftsentwicklung herangezogen werden:
 - a) Der Sedimentausttrag aus dem Auencatchment ist in Flüssen des Untersuchungsgebietes nicht bekannt.
 - b) Das „präkolluviale“ Relief wirkt sich steuernd auf den Akkumulationsort (Hänge, Dellen, Auen) kolluvialer Sedimente aus. Die eigenen Befunde reichen nicht aus, um quantifizierbare Aussagen zum Anteil von Kolluvien und Auenlehmen an den durch Bodenerosion umgelagerten Sedimenten zu machen.

Die Ausprägung des Paläoreliefs führt zu einem unterschiedlichen Alter von (älteren) Kolluvien und (jüngeren) Auenlehmen. Hangdellen, Hangfußlagen und kleine Seitentäler werden im Sinne eines Kaskadensystems (vgl. **Chorley & Kennedy 1971, Chorley et al. 1984, Huggett**

1985) zuerst als Sedimentfalle genutzt. Erst nach Auffüllung dieser primären Senken wird Material in bedeutendem Maße auch in die Auen als nächst tiefer gelegene Senke transportiert. Kleinräumige Umlagerungen an den Hängen bleiben allerdings weiterhin sehr bedeutend. Die Ablagerung von prähistorischen Kolluvien ist in Abhängigkeit vom „präkolluvialen“ Relief nicht nur am Hangfuß und Unterhang möglich, sondern auch in weiteren Hangsegmenten (vgl. **Tippkötter 1979**).

Abweichend von den Ergebnissen **Thiemeyers (1988)** in Hessen und **Borks (1989)** u.a. in Südniedersachsen ist an mehreren Standorten im Niederbayerischen Lößhügelland eine außerordentliche, prähistorische lineare Bodenerosion rekonstruierbar. Die Linearerosionsprozesse sind zwischen den einzelnen Standorten nicht korrelierbar und treten zu verschiedenen Zeiten der Vorgeschichte auf: Phasen mit verstärkter Linearerosion sind demnach nicht belegbar. Die Befunddichte und die Anzahl der datierten Kolluvien ist jedoch zu gering, um das Phänomen vorgeschichtlicher Linearerosion abschließend zu bewerten. Plausibel ist jedoch ein Erklärungsansatz, der von einer anthropogenen Ursache der raumzeitlich differenzierten Linearerosion ausgeht. Linearerosion tritt als Folge vorgeschichtlichen Ackerbaus auf, wie dies auch von **Bork (1985)** für die entsprechenden Vorgänge in historischer Zeit angenommen wird. Deshalb kommt es zu diesen Prozessen nur an Orten, die einer agrarischen Nutzung unterliegen.

Obwohl übergreifend eine anthropogen bedingte, vorgeschichtliche Degradierung der Böden belegbar ist (s.o.), ist davon auszugehen, daß die linearerosiven Prozesse Ausdruck klimatischer Ereignisse (Starkregen) im weitesten Sinne sind. Diese Annahme stützt sich auf Überlegungen zur Ausprägung des vorgeschichtlichen Ackerbaus im besonderen (vgl. Kap. 2.1.4) und zu den Bedingungen vorgeschichtlicher Bodenerosion im allgemeinen (vgl. Kap. 2.1.5): Linearerosion tritt im Untersuchungsgebiet auch in vorgeschichtlichen Zeiten auf, in denen die ackerbaulichen Rahmenbedingungen (Bearbeitungstechnik, Ackergröße) dies nicht wahrscheinlich machen. Hier üben klimatische Parameter einen bedeutenden Einfluß auf die Art der Bodenerosion aus. Ob es sich dabei um exzessive Einzelereignisse (events) (vgl. **Flohn 1986**) oder um längere Phasen mit einer Häufung erosiver Niederschläge (vgl. **Bork & Bork 1987**) handelt, kann aus den geomorphologisch-pedologischen Befunden nicht abgeleitet werden. Beziehungen zur Klimavariabilität im Holozän (vgl. Kap. 2.1.1) und zu den daraus abgeleiteten Perioden (Phasen) mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit erosiver Niederschläge lassen sich angenähert nur für die Zeit nach 1000 BC (cal) erkennen.

Klimatische Parameter werden als morphogenetische Einflußgrößen im Sinne von **Hahn (1992)** allerdings *ausschließlich* dann wirksam, wenn vorher durch den Menschen (ackerbauliche Nutzung, Anlage von Siedlungen) die entsprechenden Bedingungen geschaffen worden sind.

Die Befunde zeigen ferner, daß durch Linearerosion gebildete Runsen ein instabiles, kurzfristiges Stadium der vorgeschichtlichen Landschaftsentwicklung darstellen (vgl. **Bork 1983, 1988, Thiemeyer 1989b**). Häufig fehlen im Liegenden vorgeschichtlicher Kolluvien fossile holozäne Böden (vgl. **Bork & Rohdenburg 1979**). Das weist auf starke, lineare präkolluviale Erosionsprozesse an späteren Akkumulationsstandorten hin und belegt ferner eine Veränderung der lokalen Erosionsbasis („Aufwachsen“) im Lauf der Zeit.

Im Sinne einer quasinatürlichen Reliefformung langfristig landschaftsgestaltend (**Mortensen 1954/55**) wirkt sich die flächenhafte, denudative Abtragung und Akkumulation aus. Entsprechende Arten der Materialumlagerung führen auf Dauer zu einer starken Verminderung der Reliefenergie seit Beginn des prähistorischen Ackerbaus (vgl. **Thiemeyer 1989b**). Neben einer höheren Reliefenergie im einsetzenden Holozän war auch die periglazial bedingte Talasymmetrie vor den anthropogenen Eingriffen in den Landschaftshaushalt ausgeprägter (vgl. **Karrasch 1970**).

Die pleistozänen Reliefformen steuern nicht nur die Akkumulation der Kolluvien, sondern sie schaffen auch - indirekt über die expositionsabhängig unterschiedliche Lößmächtigkeit - kleinräumig differenzierte Bedingungen für den vorgeschichtlichen Ackerbau. In pleistozänen angelegten Dellen herrscht im Holozän überwiegend ein morphodynamisches Durchgangs-Akkumulations-Stadium vor; Abtragung und Akkumulation können sich an einem Standort kurzfristig ablösen oder prinzipiell gleichzeitig ablaufen (vgl. **Bork & Rohdenburg 1979**). Einen Hinweis auf diese Form der Morphodynamik stellen schwach ausgeprägte Bodenbildungen in den kolluvial verfüllten, pleistozänen Reliefformen dar, die mit der morphodynamischen Aktivität nicht Schritt halten. Darüber hinaus treten Aktivierungsphasen im Umlagerungsgeschehen auch in Form größerer, teilweise kiesiger Substrate auf (vgl. **Dieckmann 1995**).

Pedogenetische Prozesse im Sinne einer Tonverlagerung können in Kolluvien vor allem in Reliefpositionen ohne Durchgangs-Akkumulations-Stadium festgestellt werden. In carbonatfreien bronzezeitlichen Lößlehm-kolluvien werden dabei Tongehaltsunterschiede von mehr als 10% erzielt, was in Übereinstimmung mit den Ergebnissen weiterer Arbeiten zur Bodenbildung in vorgeschichtlichen Kolluvien steht (**Rohdenburg et al. 1975, Bolt et al. 1980, Bibus 1989, Schellmann 1990**). Allerdings ist es im Gegensatz zu **Bolt et al. (1980)**, bedingt durch die oben geschilderten Prozesse von Erosion und Akkumulation, nicht möglich, das Alter von Kolluvien über die darin entwickelten Böden abzuleiten. Mit **Bork (1988)** wird angenommen, daß eine entsprechend intensive, morphodynamische Stabilität erfordernde Pedogenese nur unter bestimmten Vegetationsverhältnissen (Wald) abgelaufen sein kann.

Angaben zur Geschwindigkeit der jungholozänen Pedogenese können auch aus dem Horizontaufbau des Aufwurfmaterials einer spätlatènezeitlichen Viereckschanze entnommen werden. Hierin haben sich in den letzten 2000 Kalenderjahren aus einem carbonatfreien Ausgangsmaterial schwach entwickelte Parabraunerden mit Tongehaltsunterschieden von bis zu 10% bilden können. Die potentiell hohe Bodenbildungsrate im Subatlantikum, in Abhängigkeit von den Vegetationsverhältnissen, wird durch diese Parabraunerdebildungen ausdrücklich bestätigt. Limitierend ist hier anzufügen, daß, bedingt durch methodische Einschränkungen (s.u.), in kolluvialen Sedimenten und Aufwurfmaterialien nicht immer eindeutig zwischen substratbedingten und pedogenetischen Merkmalen zu differenzieren ist.

Im Lößgebiet bei Regensburg haben sich im Regelfall Parabraunerden ohne ein vorgeschaltetes Schwarzerdestadium entwickelt. Wahrscheinlich bereits am Ende des Neolithikums (ca. 2300 bis 2200 BC (cal)), sicher aber in der Urnenfelderzeit (ca. 1300 bis 800 BC (cal)) hatten die Löß-Parabraunerden ihr Klimax-Stadium hinsichtlich Lessivierung und Solumsmächtigkeit bereits erreicht (vgl. **Schellmann 1990, Eheim & Völkel 1994**). Das ist auch von hoher pedoökologischer Bedeutung, so für die Bewertung von Translokationsprozessen (u.a. von Schwermetallen) in Böden (vgl. **Eiberweiser 1995**).

Aber lokal können zum einen prähistorische Kolluvien aus Schwarzerdesolum (vgl. **Tippkötter 1979**) und zum anderen fossile, stark degradierte Schwarzerden (Schwarzerde-Parabraunerden) beschrieben werden (vgl. **Schellmann 1990**). Mit **Sabel (1982, 1983)** und **Gunreben (1992)** ist von einer Reliefabhängigkeit der Schwarzerden auszugehen. Hoher Carbonatgehalt des Ausgangsmaterials und reliefbedingt gehemmte Carbonatabfuhr werden im Untersuchungsgebiet mit der Bildung der Schwarzerden in Zusammenhang gebracht. Fossilisierte, degradierte Schwarzerden treten ausschließlich an Hangfüßen, Unterhängen und Hangverflachungen in Mittelhangbereichen auf. Ferner zeigt sich, daß die Degradierung der Schwarzerden zu Parabraunerden bereits in vorgeschichtlicher, möglicherweise schon in neolithischer, Zeit weitestgehend abgeschlossen war. Ausschließlich in diesen Reliefpositionen und im Liegenden vorgeschichtlicher Kolluvien treten Schwarzerde-Parabraunerden auf. Bedingt durch ihre geringe Verbreitung üben Schwarzerden aber keine bedeutenden Einflüsse auf die früheste ackerbauliche Nutzung aus (vgl. Diskussion in Kap. 2.1.2).

Während die Auenlehmlagerung an den Flüssen des Tertiärhügellandes, beispielhaft dargestellt an der Kleinen Laaber, wohl erst in der Eisenzeit (ab ca. 2500 BP (^{14}C)) bedeutende Ausmaße erreicht, haben Kolluvien oft ein weitaus höheres Alter. Die ältesten Kolluvien im Untersuchungsgebiet sind mit ca. 8500 BP (^{14}C) mesolithischen Datums. Sie können nicht mit ackerbaulichen Tätigkeiten, sondern ausschließlich mit anderen lokalen Eingriffen in die Landschaft (u.a. Anlage temporärer Siedlungsplätze) in Übereinstimmung gebracht werden (vgl. **Stäuble 1995**).

Im Lößhügelland bei Regensburg treten Kolluvien unterschiedlichsten vorgeschichtlichen Alters auf: Neben (wahrscheinlich) neolithischen Kolluvien kommen häufig bronzzeitliche (Frühbronzezeit und Urnenfelderzeit) und in geringerer Anzahl eisenzeitliche Umlagerungssedimente vor. Damit können die Befunde zu vorgeschichtlichen Kolluvien in den deutschen Lößgebieten (vgl. Kap. 2.2.1.2, Tab. 6) erweitert und verdichtet werden. Allerdings läßt es sowohl die vergleichsweise geringe Zahl der Befunde als auch deren Heterogenität nicht zu, das Ausmaß der Bodenerosion auf einem regionalen Maßstab mit bestimmten vorgeschichtlichen Kulturepochen zu korrelieren.

Besonders deutlich wird die Intensität der prähistorischen Landschaftsumgestaltung an topographisch exponierten, urnenfelderzeitlichen Höhsiedlungen (vgl. Kap. 5.4). Hier hat bereits in vorgeschichtlicher Zeit eine extreme Degradierung der Böden stattgefunden.

Im folgenden werden die Befunde der Untersuchungsstandorte kurz rekapituliert und die Aussagekraft der Paläoarchive Auenlehme, Kolluvien und Böden für die holozäne Relief- und Pedogenese geprüft.

6.2 Untersuchungsstandorte und Paläoarchive - Zusammenfassung der Befunde

Auenlehme

An der *Kleinen Laaber* bei Geiselhöring (Kap. 5.1.1.1.2, Abb. 11, Abb. 20) kann über die Bearbeitung der Auenlehme hinaus ein Beitrag zur spätglazialen und holozänen Flußgeschichte eines Donautributärs vorgelegt werden. Der charakteristische Aufbau der Talaue spiegelt die fluvialen Verhältnisse seit dem ausgehenden Spätglazial wider. Die Flußgeschichte der Kleinen Laaber ist eng mit der Entwicklung der fluvialen Verhältnisse der Donau und den dort auftretenden Erosions- und Akkumulationszyklen gekoppelt (vgl. **Buch 1988a, Hilgart 1995**). Torfbildungen im Präboreal und im (Jüngeren) Subboreal belegen fluviale Stabilitätsphasen. Die ältere Stabilitätsphase geht ferner konform mit Vorstellungen stabiler fluvialer Verhältnisse im beginnenden Holozän Mitteleuropas (**Brunnacker & Strauch 1985**). Die zweite Phase der Torfbildung am Ende des Subboreals findet seine Entsprechung in altersgleichen Torfvorkommen auf Auenstufen der Donau (vgl. **Buch 1990**) und weist gleichfalls auf die flußdynamische Beziehung der Kleinen Laaber zur Donau hin. Die Torfbildungen sind bodensystematisch nicht als Feuchtschwarzerden im Sinne von **Mäckel (1969)** anzusprechen.

An der Kleinen Laaber finden sich Hinweise auf einen höheren Grundwasserspiegel (**Brunnacker 1959, Jäger & Lozek 1978**). Er ist durch das Auftreten von Almbildungen (Wiesenkalken) im Boreal/Atlantikum belegt. Diese Befunde stehen in Übereinstimmung mit dem Bildungszeitraum weiterer südbayerischer Almsedimente (**Jerz 1983**).

Die Ablagerung der Auenlehme beginnt im Tal der Kleinen Laaber erst im ausgehenden Subboreal/einsetzenden Subatlantikum und damit im weitesten Sinne in der Eisenzeit (s.o.). Wie auch an der *Großen Laaber* (Kap. 5.1.2) und der *Pfatter* (Kap. 5.2.4.3) ist die Auenlehmedecke der Kleinen Laaber im pedologischen Sinne eingliedrig. Sie ist nicht durch ubiquitär verbreitete fossile Auenböden stratifiziert (vgl. **Heine 1970**). In den Auenlehmen treten lediglich eingeschaltete „humosere Auensedimente“ auf, die als organische Ablagerungen in ehemaligen flachen Hochflutmulden interpretiert werden können. Über den Ablauf der Auen-

lehmlagerung kann vergleichsweise wenig ausgesagt werden. Die geomorphologisch-sedimentologischen Befunde sprechen eher für eine kontinuierliche Ablagerung mit zeitweise wechselnden Einzugsgebieten der Hochflutsedimente. Diese Annahme ist nur unter Schwierigkeiten mit den archäologischen Befunden zur Siedlungsgeschichte in Einklang zu bringen. Die siedlungsarchäologischen Belege sprechen mehr für eine verstärkte eisenzeitliche, möglicherweise noch römisch bedingte Sedimentation mit einer nachfolgenden, bis ins frühe Mittelalter reichenden Sedimentationsruhe. Flußdynamische Stabilität nach der Eisenzeit bis ins frühe Mittelalter belegen auch die geomorphologischen Befunde zur fluvialen Morphodynamik der Donau (**Buch 1990**). In diesem Zusammenhang erweisen sich die Auenlehme als lückenhafte, zeitlich schwer einzuordnende und problematisch zu verknüpfende korrelierte Sedimente der Bodenerosion (vgl. **Butzer 1980**).

An der Kleinen Laaber läßt sich keine Beziehung zwischen der granulometrischen Zusammensetzung der Auenlehme und der Abtragung bestimmter Bodenhorizonte in vorgeschichtlichen Phasen herstellen, wie es **Barsch et al. (1992)** an der Elsenz gelingt. Der hohe Tongehalt der Auenlehme an der Kleinen und Großen Laaber wird neben den Sedimenteigenschaften in erster Linie mit der geringen Fließgeschwindigkeit sich ausbreitender Hochwässer in einer bewaldeten Aue begründet (vgl. **Lipps 1988**).

Mit einem eisenzeitlichen Beginn der Auenlehmsedimentation stehen die Befunde an der Kleinen Laaber u.a. in zeitlicher Übereinstimmung mit Ergebnissen an der Weser (**Lipps 1988**, **Lipps & Caspers 1990**, **Thomas 1993**), am Oberrhein (**Mäckel & Zollinger 1995**) und an der Leine (**Wildhagen & Meyer 1972a, b**) (vgl. Tab. 7).

Der scheinbare Widerspruch der unterschiedlichen Alter von Auenlehmen und Kolluvien sowie von Auenlehmen und Siedlungsgeschichte, kann über ein morphodynamisches Kaskadenmodell (s.o.) zwanglos aufgelöst werden. Verdeutlicht wird dies auch durch die Befunde an vorgeschichtlichen kolluvialen Sedimenten.

Kolluvien

Die Untersuchungen zur Reliefentwicklung im Lößhügelland (vgl. Kap. 5.1.1.2., 5.1.1.4, 5.2) dokumentieren eine hohe raum-zeitliche, ursächlich mit anthropogenen Eingriffen in den Landschaftshaushalt verknüpfte Variabilität der mittel- bis jungholozänen geomorphodynamischen Aktivität. Diese Variabilität führt zu einer ausgeprägten „Individualität“ bzw. „Eigenständigkeit“ der Formungsgeschichte einzelner Dellen und Tälchen (vgl. **Hahn 1992**). Zum jetzigen Zeitpunkt ist es nicht möglich, ein überlokales chronologisches Entwicklungsschema der Reliefentwicklung zu erstellen bzw. ein Prozeßmodell der Bodenerosion für eine quantitative Rekonstruktion der vorgeschichtlichen Landschaftsentwicklung heranzuziehen; auch wenn dies verständlicherweise gewünscht und gefordert wird (vgl. **Lang 1996b**).

Außer einer langfristig wirkenden, erheblichen denudativen Verminderung der Reliefenergie und einem Reliefausgleich pleistozäner Formen zeigen die untersuchten Hänge sowohl auf der Zeitachse als auch prozessual wechselhafte, individuelle Entwicklungsgeschichten. Eine Verknüpfung der Befunde zwischen einzelnen Untersuchungsstandorten ist nicht möglich. Monokausale, auf Allgemeingültigkeit setzende Interpretationskonzepte müssen demnach für die prähistorische Morphogenese ebenso abgelehnt werden wie für die historische Reliefentwicklung (vgl. **Hahn 1992**).

Eindeutig belegt sind ausgeprägte vorgeschichtliche Linearerosionen, die vielfach zu einer vollständigen Ausräumung der „prä-kolluvialen“ Böden geführt haben. Diese Prozesse treten allerdings im Untersuchungsgebiet zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf (u.a. bei *Seedorf* um 3000 BP (^{14}C) (vgl. Abb. 66), bei *Geiselhöring* um 8500 BP (^{14}C)). Die Befunddichte reicht bislang nicht aus, um mögliche regional wirksame vorgeschichtliche Zerrungsphasen herauszufiltern. Unstrittig ist, daß solche Vorgänge auch in vorgeschichtlichen Zeitabschnitten

morphologisch wirksam waren. Neben vorgeschichtlichen Kolluvien, die ältere Runsen verfüllt haben, treten im Untersuchungsgebiet unterschiedlich alte prähistorische Kolluvien an Standorten ohne eine vorangegangene Linearerosionsphase auf (so bei *Egglfing*, bei *Thalmassing* und bei *Reisbach*). Gesicherte Aussagen über die morphodynamische Aktivität unterschiedlicher vorgeschichtlicher Epochen sind damit nicht ableitbar.

Die Formungssteuerung hängt entscheidend von den anthropogenen Faktoren und damit der prähistorischen Kulturlandschaftsgeschichte ab. Ohne die menschlichen Eingriffe können weitere Faktoren der Reliefentwicklung nicht wirksam werden. Darüber hinaus zeichnet das „präkolluviale“ Relief als steuernde Größe bezüglich der Ablagerung kolluvialer Sedimente verantwortlich. Von der Reliefausprägung hängt es ab, an welchen Orten Sedimente abgelagert werden, ob sie in Dellen und Hangfußbereichen oder in der Aue sedimentiert werden. Die Befunde aus dem Lößhügelland zeigen ferner, daß an einigen Standorten die Entwicklung der Reliefformen, damit die „aktive“ Reliefumgestaltung bereits in vorgeschichtlicher Zeit weitgehend abgeschlossen war. Darauf weisen u.a. mit ^{14}C absolut datierte vorgeschichtliche Kolluvien bei Seedorf und Geiselhöring hin, die in geringen Tiefen (ca. 1,0m) auftreten und nachfolgend keiner Ausräumung mehr unterlagen.

Klimatische Einflüsse im weitesten Sinne, sei es in Form singulärer events oder als Häufung erosiver Niederschläge können bei entsprechenden kulturlandschaftsgeschichtlichen Voraussetzungen spürbar werden und lokal ähnlich katastrophale Auswirkungen haben, wie sie in historischer Zeit belegt sind (vgl. **Bork 1985**). Die prähistorische Morphogenese unterscheidet sich nicht grundsätzlich von der historischen (vgl. **Hahn 1992**).

Eine ökologische Betrachtungsweise (vgl. **Pfister 1988**), in der natürliche und anthropogene Faktoren der Landschaftsentwicklung miteinander verknüpft werden, ist für die prähistorische Morphogenese zwar wünschenswert, wird aber durch den Mangel an eindeutigen Paläodaten erschwert.

Überdies zeigt sich die Notwendigkeit von Absolutdatierungen für die Rekonstruktion der Landschaftsgeschichte. Nur an wenigen Stellen gelingt es (u.a. *Thalmassing*, *Reisbach*), Kolluvien über archäologische Befunde zweifelsfrei zu datieren; vorwiegend jedoch bleiben die methodischen Probleme bei der Datierung von Kolluvien mittels archäologischer Funde auch im Untersuchungsgebiet bestehen (vgl. **Litt 1986**) (vgl. Kap. 2.2.1.1). Ferner kann die Pedogenese in kolluvialen Substraten nur in wenigen Fällen zu einer relativen zeitlichen Einordnung dieser Sedimente herangezogen werden.

Die Differenzierung allochthoner, kolluvialer Horizonte von autochthonen Böden und Horizonten ist in der Regel in Anlehnung an die Kriterien von **Tippkötter (1979)** und **Bork (1983, 1988)** mit den angewandten feldbodenkundlichen Methoden ohne größere Schwierigkeiten möglich. Nur bei *Reisbach* und am *Frauenberg* (s.u.) tritt das Problem der Konvergenz von periglazialen und holozänen Umlagerungssedimenten auf (vgl. **Hempel 1954**, **Thiemeyer 1988**, **Pécsi & Richter 1996**). Die interne Differenzierung und Interpretation der Kolluvien ist bereits über die granulometrischen Kennwerte des Feinbodens, die Skelettgehalte, den Humus- und (falls vorhanden) Carbonatgehalt der Sedimente, das Auftreten und die Verteilung von Holzkohlen sowie das Vorkommen archäologischer Funde möglich. Der Einsatz weiterführender bodenmineralogischer und -chemischer Methoden wie die Untersuchung der Tonminerale und die Analyse der pedogenen Eisenfraktionen kann in aller Regel nicht in der erhofften Schärfe zu einer Schichtansprache innerhalb der Kolluvien herangezogen werden (vgl. **Tippkötter 1979**). Die mineralogische und pedochemische Ähnlichkeit der Sedimente erweist sich, selbst bei Einnischung von Nichtlößsubstraten wie tertiären und kretazischen Materialien, für eine Differenzierung der Schichtung als zu stark.

Außer Zweifel steht, daß sich vorgeschichtliche Bodenerosion nicht nur auf die leicht erodierbaren Al-Horizonte beschränkt. Auch Bt-Horizonte, Löss und, in geringerem Maße, Nichtlößsubstrate werden bereits erodiert (vgl. Kap. 5.2.4, 5.2.5).

Hänge als Reliefformen und Kolluvien als korrelierte Sedimente erweisen sich als nachhaltige Belege für die prähistorische Landschaftsentwicklung. Sie beweisen intensive, anthropogen induzierte Prozesse der Reliefveränderung seit dem Mittelholozän (vgl. **Semmel 1996a**). An einigen Standorten ist die aktive Reliefumformung schon in vorgeschichtlicher Zeit weit fortgeschritten. Allerdings liefern diese Formen und Sedimente ausschließlich Aussagen zur Reliefentwicklung in kleinen bis kleinsten Landschaftsausschnitten (vgl. **Dieckmann 1995**). Überlokale, gar überregionale Entwicklungsmodelle des holozänen Reliefs lassen sich aus Kolluvien nicht ableiten (vgl. Kap. 6.1): Die räumliche Aussagekraft von kolluvialen Sedimenten für die holozäne Landschaftsentwicklung ist sehr beschränkt (vgl. Kap. 2.2.4).

Die gravierendsten anthropogenen Eingriffe in den vorgeschichtlichen Landschaftshaushalt können an den vorgeschichtlichen Höhensiedlungen des *Frauenberges* (Kap. 5.4.1) und des *Bogenberges* (Kap. 5.4.2) dokumentiert werden. In beiden Höhenbefestigungen hat die vorgeschichtliche Inkulturnahme nicht nur zu einer Modifikation der natürlichen Bodenverhältnisse, sondern zu einer völligen Umgestaltung der naturgegebenen Ausstattung geführt (vgl. **Heine et al. 1997**). Die heutigen Böden sind in ihrer ökologischen Bedeutung nicht mehr mit den „präanthropogenen“ natürlichen Parabraunerden aus Löß, die in beiden Bergbefestigungen rekonstruiert werden können, zu vergleichen.

Innerhalb dieser Höhensiedlungen ist darüber hinaus eine hohe raum-zeitliche Variabilität der Bodenerosion zu erkennen. Ferner treten in der anthropogen bedingten Reliefentwicklung am Frauenberg (vgl. Abb. 168) und am Bogenberg (vgl. Abb. 170) grundsätzlich vergleichbare Abläufe auf. Die Details belegen jedoch, daß die prähistorische Landschaftsdegradation am Bogenberg bedeutend stärker als am Frauenberg war und in erheblich kürzerer Zeit ablief. Als Gründe für die unterschiedliche Stärke der prähistorischen Bodenerosion werden zum einen siedlungsgeschichtliche Befunde herangezogen, zum anderen die unterschiedlichen Reliefverhältnisse. Am Bogenberg führt die, v.a. urnenfelderzeitliche Bodenerosion zu einer ökologischen Limitierung der agrarischen Nutzung in der Höhensiedlung. Inwieweit die Bodenzerstörung dadurch zu einer Destabilisierung der soziologischen und ökonomischen Verhältnisse dieser zentralen prähistorischen Orte beiträgt, kann bislang nicht verifiziert werden. Die degradierten Böden können, möglicherweise in Verbindung mit klimatischen Parametern, auf dem Bogenberg Konsequenzen für die Siedlungsentwicklung nach sich gezogen haben. Am Frauenberg ist mit entsprechenden Auswirkungen der ebenfalls in der Urnenfelderzeit intensivierten Bodenerosion allein schon aus siedlungsarchäologischer Sicht nicht zu rechnen (vgl. Kap. 5.4.3).

Die Landschaftsentwicklung am Bogenberg und am Frauenberg ist durch extreme anthropogene Beeinflussung mit völliger Umgestaltung der natürlichen Bodenverhältnisse in vorgeschichtlicher Zeit charakterisiert: Der prähistorische Mensch ist Träger der Landschaftsveränderung.

Böden

An mehreren Standorten kann gezeigt werden, daß die Parabraunerdebildung im Lößgebiet bei Regensburg bereits spätestens im ausgehenden Subboreal ihr Klimax-Stadium erreicht hat. Dies kann belegt werden anhand der Reste fossiler, zwar erosiv verkürzter, aber in Tongehalt und Mächtigkeit der Bt-Horizonte voll entwickelter Parabraunerden u.a. am Frauenberg, bei Thalmassing (Kap. 5.2.4) und bei *Burgweinting* (Kap. 5.3.2). Ein Vergleich der fossilen vorgeschichtlichen Parabraunerden mit rezenten Parabraunerden unter Wald zeigt, daß in den rezenten Böden, mit Ausnahme einer verstärkten sekundären Hydromorphierung keine jung-holozäne Tendenz zu einer pedogenen Weiterentwicklung herrscht (vgl. **Meyer 1960**, Diskussion in Kap. 2.2.3).

Standortabhängig haben sich auch von prähistorischen Kolluvien bedeckte Schwarzerde-Parabraunerden aus vorgeschichtlicher Zeit erhalten, so bei Eggfing (Kap. 5.2.2.1), bei Thalmassing (Kap. 5.2.4.1) und bei *Essenbach* (Kap. 5.3.1).

Fortgeschrittene pedogenetische Prozesse in kolluvialen Sedimenten, die zu einer Parabraunerde im Sinne der **Arbeitsgruppe Boden (1994)** führen, können mit Sicherheit nur bei Reisbach (Kap. 5.2.3) belegt werden. Die Bildung einer Parabraunerde in den Wällen einer spätlatènezeitlichen Viereckschanze bei Sallach (Kap. 5.1.1.3) ist ebenfalls als Befund zur Pedogenese in Aufschüttungsmaterial heranzuziehen und mit den Ergebnissen u.a. von **Müller (1970)**, **Beckmann et al. (1978)** sowie **Eheim & Völkel (1994)** in Einklang zu bringen (vgl. Tab. 8).

Aus diesen Befunden läßt sich ableiten, daß trotz der fehlenden Weiterentwicklung der natürlichen holozänen Parabraunerden im Jungholozän eine hohe potentielle Kraft der Pedogenese anzunehmen ist, wenn die Vegetationsverhältnisse dies ermöglichen (vgl. **Bork 1988**). Bei der Vorstellung der Ergebnisse zur Bodenbildung muß einschränkend hinzugefügt werden, daß es sich um feldbodenkundliche Ansprachen handelt, die lediglich von den beschriebenen Labormethoden gestützt werden. Mikromorphologische Befunde, die sowohl zu einer genaueren Charakterisierung der degradierten Schwarzerden (vgl. **Gunreben 1992**) als auch zu einer exakteren Bestimmung der pedogenetischen Prozesse in Kolluvien und Aufschüttungsmaterial (vgl. **Bolt et al. 1980**, **Semmel & Poetsch 1996a**) führen können, fehlen noch.

Auenlehme und Kolluvien sind Paläoarchive unterschiedlicher Reichweite. Im Untersuchungsgebiet zeigt sich, daß Kolluvien als korrelierte Sedimente und Hänge als morphologische Formen die vorgeschichtliche Landschaftsveränderung am besten widerspiegeln. Dabei läuft die Landschaftsentwicklung weder räumlich noch zeitlich synchron ab. Auenlehme werden als äquivalente Sedimente zu Kolluvien erst dann bedeutsam, wenn die morphologischen Senken an den Hängen, in den kleinen Tälchen und Dellen als Sedimentationsfallen aufgefüllt sind.

In diesem Fall werden, ebenso bei linearerosiven Prozessen als Folge starker Niederschläge, Schwellenwerte (thresholds im Sinne von **Schumm 1979**) der Umlagerung von kolluvialem Material an Hängen überschritten. Dies führt zur Bildung von Auenlehmen, die demnach die früheste Bodenerosion in der prähistorischen Landschaft nur *unzureichend* wiedergeben. Neben der hier als wahrscheinlich angesehenen und aus den morphologischen Formen belegten Steuerung der Bodenerosion durch das Paläorelief, besteht theoretisch die Möglichkeit, daß frühe Sedimente der Bodenerosion zwar im Wasserscheidenbereich erodiert werden, aber aufgrund des Vorkommens von Wäldern im Unterhangbereich dort fixiert werden (vgl. **Hahn 1992**). Auch in dieser Vorstellung erreichen die korrelierten Sedimente der Bodenerosion die Aue nicht. Es ist nicht auszuschließen, daß eine entsprechende Prozeßkombination auch in Teilen des Untersuchungsgebietes auftritt. Aber der Aufbau der Hänge und Dellen und die holozäne Entwicklung dieser Formen (s.o.) billigen der zweitgenannten Variante lediglich eine ergänzende Wirksamkeit zu.

6.3 Schlußbemerkungen

In der Altsiedellandschaft des Lößgebietes bei Regensburg dokumentiert sich ein starker Einfluß des prähistorischen Menschen auf die holozäne Landschaftsentwicklung. Dieser anthropogene Faktor ist weder räumlich noch zeitlich synchron. Aufgrund der raum-zeitlichen Differenzierung der menschlichen Eingriffe in den Landschaftshaushalt dokumentiert sich eine äußerst asynchrone Landschaftsentwicklung. Wegen der Eigenständigkeit der Reliefentwicklung verschiedener Standorte ist es bis jetzt nicht möglich ein raum-zeitliches Modell vorzustellen, das die Asynchronität der holozänen Reliefveränderung einbeziehen kann. Im Untersuchungsgebiet wird die Entwicklung eines solchen Modells, in dem anthropogene und natürliche Faktoren zu integrieren sind, ferner durch die diesbezüglich geringe Aussagekraft der Auenlehme erschwert.

Lediglich der grundsätzliche Ablauf des „komplexen Wirkungsgefüges“ vorgeschichtlicher Bodenerosion kann durch ein Kaskadenmodell (land-surface cascades) der Reliefentwicklung beschrieben werden. Es bleibt anzumerken, daß die Anwendung dieses Modells zur Erklärung vorgeschichtlicher Bodenerosion und Reliefveränderung hier einen ausschließlich qualitativen Charakter aufweist. Bezüglich der Quantität vorgeschichtlicher Bodenerosion in einem regionalen Maßstab, muß eingeräumt werden, daß das Problem bislang ungelöst bleibt.

In Anlehnung an **Hahn (1992: 192)**, der sich um die Erkenntnis der historischen Morphogenese als „eigenständiges morphogenetisches System“ verdient gemacht hat, ist davon auszugehen, daß bereits in der Vorgeschichte die Umwandlung der Natur- in die Kulturlandschaft die bedeutendste morphogenetische Einflußgröße darstellt. Hier müssen jedoch Einschränkungen akzeptiert werden, sowohl was den zeitlichen Auflösungsgrad der Paläoarchive als auch das derzeitige Wissen zur vorgeschichtlichen Agrartechnik betrifft.

Als primär steuernder natürlicher Faktor holozäner Landschaftsentwicklung wird die Ausprägung des pleistozänen Reliefs und darin eingeschlossen, die zeitliche Veränderung der Erosionsbasis betrachtet. Inwieweit auch die zurückgehende Erodibilität der bereits im ausgehenden Neolithikum großflächig verbreiteten Parabraunerden, ausgedrückt durch den Wechsel vom erosionsanfälligen Al- zum erosionsmindernden Bt-Horizont, einen steuernden Einfluß auf die Formungsgeschichte ausübt, kann nicht abschließend geklärt werden; hierzu streuen die Befunde zu stark.

Nur wenn die anthropogenen Eingriffe es ermöglichen, können klimatische Einflüsse (Starkregenereignisse) einen Beitrag zur holozänen Formungsgeschichte leisten. Die dabei entstandenen Formen, wie Runsen etc. weisen teilweise auf „katastrophale“ Niederschlagsereignisse hin. Sie können zu unterschiedlichen Zeiten der Vorgeschichte auftreten und sind bislang nicht eindeutig mit klimatischen Phasen im Holozän korrelierbar.

Von der langfristig vorherrschenden denudativen Abtragung, die für die Verminderung der Reliefenergie verantwortlich ist, werden diese Hohlformen jedoch in kurzer Zeit ausgeglichen.

Der vorgeschichtliche Mensch ist bedeutendster und äußerst wirksamer Faktor bei der Entwicklung und Veränderung der holozänen Reliefformen.

Es muß Ziel sein, die menschlichen Einflüsse noch genauer zu erfassen und zu charakterisieren. Dies ist allerdings nur dann möglich, wenn auf Absolutdatierungen zurückgegriffen werden kann und siedlungsarchäologische Befunde verstärkt integriert werden.

7 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit leistet einen Beitrag zur vorgeschichtlichen Relief- und Bodenentwicklung im Lößgebiet bei Regensburg und seinen Randregionen. Neben einer Charakterisierung der holozänen Formengeschichte und der gestaltenden Prozesse wird ein wesentlicher Schwerpunkt auf die Erläuterung der steuernden Faktoren der Reliefentwicklung gelegt. Da selbst für die Entwicklung der historischen Morphogenese die Frage nach der Bedeutung einzelner steuernder Parameter (Mensch, Klima) unterschiedlich bis widersprüchlich beurteilt wird, werden in ersten Vorüberlegungen (Kap. 2.1) die in prähistorischer Zeit wirksamen Faktoren der Bodenerosion sowie der holozänen Relief- und Bodenentwicklung zusammengestellt. Die Bearbeitung dieser Parameter erfolgt, in Anlehnung an die Allgemeine Bodenabtragsgleichung (ABAG), auf qualitativer Ebene. Vorgeschichtliche Bodenerosion wird als komplexes Wirkungsgefüge verstanden, daß durch eine hohe Unschärfe der steuernden Faktoren (Niederschlagsintensität und -verteilung, spätpleistozäne bis holozäne Pedogenese, pleistozänes Relief und vorgeschichtliche Agrartechniken) gekennzeichnet ist.

Kolluvien, Auenlehme und Böden werden in dieser Arbeit als Paläoumweltarchive an zehn Einzelstandorten im Untersuchungsgebiet (Kap. 3) geomorphologisch-bodenkundlich bearbeitet (Kap. 4). Um die eigenen Befunde (Kap. 5) besser einordnen zu können, wird der bisherige Wissensstand zu diesen Paläoarchiven zusammengefaßt und diskutiert (Kap. 2.2).

Die Ergebnisse belegen im Untersuchungsgebiet eine hohe, anthropogen verursachte Asynchronität der Landschaftsentwicklung. Anthropogene Eingriffe in den Landschaftshaushalt führen zu raum-zeitlich differenzierten morphodynamischen Aktivitäts- und Stabilitätsphasen. An den untersuchten Hängen und mit Kolluvien als Zeugen der Umlagerungserscheinungen werden individuelle Formenentwicklungen und Formungsprozesse herausgearbeitet. Auch in vorgeschichtlicher Zeit treten Linearerosionen bedeutenden Ausmaßes auf. Dadurch werden allerdings nur kurzfristig stabile Reliefformen (Runsens) geschaffen, die infolge der langfristig dominierenden flächenhaften Abtragung und Akkumulation anschließend verfüllt werden. Die vorherrschende Denudation führt im Untersuchungsgebiet zu einer nicht unbeträchtlichen Verminderung der Reliefenergie und zum anderen zu einer bedeutenden Überformung des pleistozänen, „prä-kolluvialen“ Reliefs.

Kolluvien können im Untersuchungsgebiet ein wesentlich höheres Alter haben als Auenlehme, deren Sedimentationsbeginn an der Kleinen Laaber erst mit der Eisenzeit unzweifelhaft belegt ist. Zur Erklärung dieses Sachverhaltes wird ein Kaskadenmodell herangezogen. Darin ist die zeitlich differenzierte Auffüllung von Senken unterschiedlichen Niveaus (Dellen, Auen) nachzuvollziehen. Für die prähistorische Bodenerosion im Untersuchungsraum hat die Modellvorstellung bislang jedoch fast ausschließlich qualitativen Charakter.

An der Kleinen Laaber können Beiträge zur holozänen Flußentwicklung eines rechtsseitigen Donautributärs geleistet werden: Ihre Flußgeschichte ist eng mit der Donau verknüpft. Stabilitätsphasen im Sinne einer Torfbildung werden ins beginnende Holozän und ins ausklingende Subboreal gestellt. Almsedimente belegen höhere Grundwasserstände im Boreal/Atlantikum.

Hinsichtlich der holozänen Böden ist im Untersuchungsgebiet von einer vorherrschenden Parabraunerdebildung ohne Schwarzerdestadium auszugehen. Spätestens im ausklingenden Subboreal hat die holozäne Parabraunerde bereits ihr Klimax-Stadium erreicht. In Abhängigkeit von den Reliefbedingungen und den damit verbundenen hydromorphen Verhältnissen ist es darüber hinaus zu lokaler, wahrscheinlich altholozäner Schwarzerdebildung mit nachfolgenden Degradationsstufen gekommen.

Für eine potentiell hohe Kraft der jungholozänen Pedogenese sprechen die Befunde in vorgeschichtlichen Sedimenten, in denen sich Parabraunerden bilden konnten. Es ist anzunehmen, daß diese Bodenbildung nur unter Waldvegetation ablief.

Die untersuchten Paläoarchive erweisen sich lediglich als zeitlich grobauflösend. Zusätzliche Absolutdatierungen zum Alter der Umlagerungen sind zumeist unerlässlich.

In einer zusammenfassenden Diskussion (Kap. 6) werden im Vergleich mit Untersuchungsergebnissen aus anderen Regionen die steuernden Faktoren der holozänen Reliefgenese herausgearbeitet.

Die Umwandlung von der Natur- zur prähistorischen Kulturlandschaft wird als wichtigster Faktor der holozänen Reliefentwicklung betrachtet. Darüber hinaus erfüllt das „präkolluviale“ Relief eine bedeutende Aufgabe bezüglich der Sedimentation und Verlagerung kolluvialer Substrate. Klimatische Ereignisse in Form von singulären oder statistisch gehäuft auftretenden Starkregenereignissen sind im Wirkungsgefüge der prähistorischen Bodenerosion durchaus von Bedeutung. Allerdings üben die gleichen Ereignisse ohne anthropogene Vorbedingungen (u.a. in Form der Anlage von Ackerflächen etc.) keinen merklichen Einfluß auf die holozäne Formungsgeschichte aus. Insofern stehen die natürlichen Faktoren bei der holozänen Reliefgenese hinter den anthropogenen Einflußgrößen zurück.

Es zeigt sich, daß der vorgeschichtliche Mensch bereits einen - allerdings räumlich stark differenzierten - wichtigen Einfluß auf die Relief- und Bodenentwicklung in Altsiedellandschaften ausübt. Die Arbeit ergänzt so Befunde aus anderen Lößgebieten Mitteleuropas.

Eine Quantifizierung des prähistorischen menschlichen Faktors steht in regionaler Größenordnung - aufgrund der Heterogenität und der geringen Anzahl der Befunde - noch aus; sie muß jedoch Ziel zukünftiger geomorphologisch-pedologischer Arbeiten sein.

7.1 Summary

This study investigates the landscape evolution and soil development in the loess area near Regensburg between approximately 6000-2000 yr BP (radiocarbon years), Eastern Bavaria. The focus is on the question how man and climate influenced landscape evolution and what their relative significance was. The theoretical background concerning the factors that controlled prehistoric soil erosion in Middle Europe is summarized with respect to rainfall intensity and distribution, pedogenesis, Pleistocene relief, and prehistoric farming.

Colluvial deposits, flood loams, and soils were studied at ten different and representative sites that served as archives of their respective palaeoenvironments. Geomorphological, sedimentological, and pedological methods were applied.

According to the findings presented here, there was a high asynchrony of landscape evolution in the investigation area, which was due to prehistoric land-use patterns. Prehistoric land use and settlement caused highly differentiated phases of morphodynamic activity and stability in time and space. These are documented at the single catenas of each site.

In general, Pleistocene relief was substantially lowered. At the same time smaller landforms such as dells and minor asymmetric valleys filled up and strongly transformed. However, there were short phases at many sites, forming short lived linear erosion features ('Runsen'), resulting from exceptional rainfalls. These forms are results of single events without showing regional trends.

Generally, the onset of the sedimentation of colluvial deposits took place much earlier (usually 3500 yr BP (radiocarbon) and younger) than the formation of flood loams. Thus, the deposition of flood loams in the Kleine Laaber river valley started mainly as a consequence of iron age farming only at around 2500 yr BP (radiocarbon).

A cascade system explains the different ages of colluvial deposits and flood loams: as a result of prehistoric land use, dells and other minor Pleistocene landforms were filled with colluvial sediments. After the filling of these primary sediment traps, eroded material was transported into flood plains, thus forming flood loams. But at the moment we cannot quantify the extent of prehistoric soil erosion in the investigation area.

The three factors that controlled the prehistoric landscape evolution in the loess area near Regensburg are as follows:

1. The transformation from a natural to a prehistoric cultural landscape was the most important factor: A landscape with stable relief was changed into a highly morphodynamic one with soil erosion as the dominant process of this change.
2. The sediment traps of the pre-anthropogenic relief determined where the material originated from soil erosion was deposited: either sedimentation took place on the slopes or the filled sediment traps of the slopes rendered flood loam formation possible.

Climatic influence of any importance can only be documented as the result of land use in connection with singular and/or statistic events of heavy rainfalls. Without human impact, no significant change in the Holocene landscape would have been possible.

8 Literatur

- Abraham de Vazquez, E., Garleff, K., Schäbitz, F. & Seemann, G. (1985):** Untersuchungen zur vorzeitlichen Bodenerosion im Einzugsgebiet des Ellernbaches östlich Bamberg. - Naturforschende Gesellschaft Bamberg, Bericht 60: 177-190.
- Aguilar, J., Guardiola, J., Barahona, E. & Dorronsoro, C. & Santos, F. (1981):** Clay illuviation in calcareous soils. - In: Bullock, P. & Murphy, C. (eds): Soil micromorphology: 541-550. - Rothamsted.
- Ahnert, F. (1996):** Einführung in die Geomorphologie. - Stuttgart, 440 S.
- Allen, J. (1970):** Physical processes of sedimentation. - An introduction. - London, 248 S.
- Allen, M. (1991):** Archaeological and environmental aspects of colluviation in south-east England. - In: Groenman-van Waateringe, W. (ed.): Man-made soils (= BAR International Series 410): 67-92.
- Altmann, L. & Thürmer, R. (1981):** Benediktinerabtei Weltenburg a.d. Donau gegründet um 600, Geschichte und Kunst. - Große Kunstführer 86. - München u. Zürich, 56 S.
- Arbeitsgruppe Boden (1994):** Bodenkundliche Kartieranleitung. - 4. verbesserte und erweiterte Auflage. - Hannover, 392 S.
- Arduino, E., Barberis, E., Carraro, F. & Forno, M. (1984):** Estimating relative ages from iron-oxide/total-iron ratios of soils in the western Po Valley, Italy. - Geoderma 33: 39-52.
- Atchinson, S. (1995):** 3. Stratigraphie und archäologische Befunde. - In: Ottaway, B.: Ergolding, Fischergasse - Eine Feuchtbodensiedlung der Altheimer Kultur in Niederbayern. - Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege. - Abteilung Bodendenkmalpflege 68: 24-29. - Kallmünz.
- Auerswald, K. (1987a):** Sensitivität erosionsbestimmender Faktoren. - Wasser und Boden 1: 34-38.
- Auerswald, K. (1987b):** Einfluß der Bewirtschaftung auf das Ausmaß der Bodenerosion in Bayern. - Berichte zur deutschen Landeskunde 61: 349-363.
- Auerswald, K. (1993):** Bodeneigenschaften und Bodenerosion. - Relief, Boden, Paläoklima 8. - Berlin u. Stuttgart, 208 S.
- Auerswald, K. & Schmidt, F. (1986):** Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern. - GLA-Fachberichte 1. - München, 74 S.
- Bakels, C. (1978):** Four linear bandkeramik settlements and their environment: a paleoecological study of Sittard, Stein, Elsloo and Hienheim. - *Analecta Praehistorica Leidensia* 11: Leiden 244 S. u. Anhangband.
- Bakels, C. (1992):** Research on land clearance during the Early Neolithic in the loess regions of The Netherlands, Belgium, and Northern France. - In: Frenzel, B. (ed.): Evaluation of land surfaces cleared from forest by prehistoric man in Early Neolithic times and the times of migrating Germanic tribes. - *Paläoklimaforschung* 8: 47-55.
- Bakels, C. & Modderman, P. (1986):** Landschaft und Besiedlung des Hienheimer Lößgebietes. - In: Modderman, P. (ed.): Die neolithische Besiedlung bei Hienheim, Ldkr. Kelheim. - Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege. - Abteilung Bodendenkmalpflege. Materialhefte zur Bayerischen Vorgeschichte Reihe A-Fundinventare und Ausgrabungsbefunde 57: 111-119.
- Barker, G. (1985):** Prehistoric farming in Europe. - Cambridge u.a., 327 S.
- Barker, G. & Hunt, C. (1995):** Quaternary floor erosion and alluviation in the Biferno Valley, Molise, Italy: the role of tectonics, climate, sea level change, and human activity. - In: Lewin, J., Macklin, M. & Woodward, J. (eds.): Mediterranean Quaternary river environments: 145-157.

- Barsch, D. & Mäusbacher, R. (1993):** Flüsse und Flußlandschaften. Die Erfassung der fluvialen Dynamik. - Geographische Rundschau 45: 736-743.
- Barsch, D. & Wimmer, H. (1988):** Hangrungen in Mitteleuropa - die Bedeutung der Subrosion aufgrund der Untersuchungen am Hollmuth bei Heidelberg. - Heidelberger Geographische Arbeiten 66: 251-263.
- Barsch, D., Mäusbacher, R., Schukraft, G. & Schulte, A. (1993):** Die Änderungen des Naturraumpotentials im Jungneolithikum des nördlichen Kraichgaus, dokumentiert in fluvialen Sedimenten. - Zeitschrift für Geomorphologie. - Neue Folge. - Supplementband 93: 175-187.
- Bauberger, W. (1956):** Kristallin. - In: Brunnacker, K. (1956): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000. - Blatt Nr. 7142 Straßkirchen: 6-10. - München.
- Bauberger, W., Cramer, P. & Tillmann, H. (1969):** Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000. - Blatt Nr. 6938 Regensburg. - München, 414 S.
- Bauer, A. (1993):** Bodenerosion in den Waldgebieten des östlichen Taunus in historischer und heutiger Zeit - Ausmaß, Ursachen und geökologische Auswirkungen. - Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten, Serie D 14. - Frankfurt, 194 S.
- Bayerisches Geologisches Landesamt (1989) (ed.):** Geologica Bavarica 94. - München, 484 S.
- Bayerisches Geologisches Landesamt (1992) (ed.):** Die Böden Bayerns. - Datenhandbuch für die Böden des Tertiärhügellandes, der Iller-Lech-Platte und des Donautales. - München, 527 S.
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1978) (ed.):** Verzeichnis der Bach- und Flußgebiete in Bayern. - München, 2 Bde.
- Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege (o.J.a):** Ortsakten der Gemarkung Sallach (unveröffentlicht).
- Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege (o.J.b):** Karte zu vorgeschichtlichen Bodendenkmälern der Gemarkung Geiselhöring (unveröffentlicht).
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1996) (ed.):** Der Wald in Ostbayern. - München, 43 S.
- BayFORKLIM (Bayerischer Klimaforschungsverbund) (1996) (ed.):** Klimaatlas von Bayern. - München, 48 S. u. Karten.
- Becher, H., Auerswald, K. & Bernard, M. (1985):** Erodibilität repräsentativer Böden der Hallertau. - Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 148: 670-680.
- Becker, B. (1978):** Beiträge zur postglazialen Landschaftsentwicklung des Donautales. - In: Nagl, H. (ed.): Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung: 23-35. - Wien.
- Becker, B. (1982):** Dendrochronologie und Paläoökologie subfossiler Baumstämme aus Flußablagerungen. Ein Beitrag zur nacheiszeitlichen Auenentwicklung im südlichen Mitteleuropa. - Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 5. - Wien, 120 S.
- Becker, B. (1983):** Postglaziale Auwaldentwicklung im mittleren und oberen Maintal anhand dendrochronologischer Untersuchungen subfossiler Baumstammablagerungen. - Geologisches Jahrbuch A71: 45-59. - Hannover.
- Beckmann, H., Fickel, W., Plass, W., Schrader, L., Stephan, S., Wiechmann, H. & Zakosek, H. (1978):** Aufbau und jungholozäne Bodenbildung in Hügelgräbern im Taunus. - Geologisches Jahrbuch Hessen 106: 383-407.
- Behrends, K.-H. (1995):** Beobachtungen zu Erosionserscheinungen vorgeschichtlicher Zeit im südlichen Kraichgau. - In: Biel, J.(ed.): Anthropogene Landschaftsveränderungen im prähistorischen Südwestdeutschland. - Landesdenkmalamt Baden-Württemberg - Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 30: 21-22. - Stuttgart.

- Bell, M. (1982):** The effects of land-use and climate on valley sedimentation. - In: Harding, A.: (ed.) Climate change in later prehistory: 127-142. - Edinburgh.
- Bell, M. (1983):** Valley sediments as evidence of land-use on the South Downs. - Proceedings of the Prehistoric Society 49: 119-150.
- Bell, M. (1992):** Archaeology under alluvium: human agency and environmental process. Some concluding thoughts. - In: Needham, S. & Macklin, M. (eds): Alluvial archaeology in Britain (= Oxbow Monograph 27): 271-276.
- Bender, H. & Dannhorn, T. (1993):** Ein Metallverwahrfund aus dem römischen Landgut von Essenbach, „Ammerbreite II“. - Das archäologische Jahr in Bayern 1993: 108-111.
- Berglund, B. (1984) (ed.):** Handbook of Holocene Palaeocology and Palaeohydrology. - Chichester u.a., 869 S.
- Berli, S., Cherubini, P. & Schoch, W. (1994):** Rekonstruktion von Bestandesfluktuationen, Bodenmächtigkeit und Feuergeschichte über 7000 Jahre BP mittels Holzkohle-Analysen. - Botanica Helvetica 104: 17-30.
- Beug, H.-J. (1982):** Vegetation history and climatic changes in central and southern Europe. - In: Harding, A. (ed.): Climatic change in later prehistory: 85-102. - Edinburgh.
- Bibus, E. (1985):** Zur jungen Relief- und Bodenentwicklung in der Umgebung von Tübingen. - Zeitschrift für Geomorphologie. - Neue Folge. - Supplementband 56: 109-124.
- Bibus, E. (1989):** Die Auswirkung quartärer Formungsdynamik auf Relief und Standort in der lößbedeckten Gäulandschaft des Neckar-Enz-Gebietes. - Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten D10: 69-83.
- Bibus, E. & Wesler, J. (1995):** The middle Neckar as an example of fluvio-morphological processes during the Middle and Late Quaternary period. - Zeitschrift für Geomorphologie. - Neue Folge. - Supplementband 100: 15-26.
- Biel, J. (1995a) (ed.):** Anthropogene Landschaftsveränderungen im prähistorischen Südwestdeutschland. - Landesdenkmalamt Baden-Württemberg - Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 30, Stuttgart, 60 S.
- Biel, J. (1995b):** Schwarzerdebildung und -zersetzung. - In: Biel, J. (ed.): Anthropogene Landschaftsveränderungen im prähistorischen Südwestdeutschland. - Landesdenkmalamt Baden-Württemberg - Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 30: 26-27. - Stuttgart.
- Bittel, K., Schick, S. & Müller, D. (1990):** Die keltischen Viereckschanzen. - Atlas archäologischer Geländedenkmäler in Baden-Württemberg 1. - Stuttgart, 398 S. u. Anhangband.
- Blaikie, P. & Brookfield, H. (1987):** Land Degradation and Society. - London u. New York, 296 S.
- Bleich, K. & Papenfuß, K.-H. (1996):** Ein altes Kolluvium und die spätpleistozän-frühholozäne Bodenentwicklung in der Lößlandschaft des Kraichgaus (SW-Deutschland). - In: Felix-Henningsen, P. (ed.): Böden als Zeugen der Landschaftsentwicklung: 85-91. - Kiel.
- Bleich, K. (1995):** Bodenumlagerung in prähistorisch besiedelten Landschaften Süddeutschlands. - In: Biel, J. (ed.): Anthropogene Landschaftsveränderungen im prähistorischen Südwestdeutschland. - Landesdenkmalamt Baden-Württemberg - Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 30: 15-20. - Stuttgart.
- Blüthgen, J. & Weischet, W. (1979):** Allgemeine Klimageographie. - 3. Auflage. - Lehrbuch der Allgemeinen Geographie. - Berlin, 887 S.
- Blum, E. (1976):** Bildung sekundärer Al-(Fe)-Chlorite. - Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 139: 107-125.
- Blume, H.-P. (1964):** Zum Mechanismus der Tonverlagerung. - 8th international congress of soil science: 715-722.

- Blume, H.-P. & Schwertmann, U. (1969):** Genetic evaluation of profile distribution of aluminium, iron and manganese oxides. - Soil society of America. - Proceedings 33: 438-444.
- Böhm, K. (1987):** Ein vorgeschichtliches Siedlungsareal in Geiselhöring, Lkr. Straubing-Bogen. - In: Engelhardt, B. & Schmotz, K. (eds.): Vorträge des 5. Niederbayerischen Archäologentages: 41-51. - Deggendorf.
- Böhm, K. & Schmotz, K. (1979):** Die vorgeschichtliche Besiedlung des Donautales nordwestlich von Straubing und ihre geologischen Voraussetzungen. - Jahrbuch des Historischen Vereines Straubing 81: 39-88.
- Böhm, P. & Gerold, G. (1995):** Historische und aktuelle Bodenerosion in Anatolien. - Geographische Rundschau 47: 720-726.
- Bolt, A., Múcher, H., Sevink, J. & Verstraten, J. (1980):** A study on loess-derived colluvia in southern Limbourg (the Netherlands). - Netherlands Journal of Agricultural Science 28: 110-126.
- Borggaard, O. (1988):** Phase identification by selective dissolution techniques. - In: Stucki, J., Goodman, B. & Schwertmann, U. (eds.): Iron in soils and clay minerals.- NATO ASI Series C; Mathematical and Physical Science 217: 83-98.
- Bork, H.-R. (1983):** Die holozäne Reliefentwicklung in Lößgebieten - Beispiele aus dem südlichen Niedersachsen. - Catena. - Supplementband 3: 1-93.
- Bork, H.-R. (1985):** Mittelalterliche und neuzeitliche lineare Bodenerosion in Südniedersachsen. - Hercynia N. F. 22: 259-279.
- Bork, H.-R. (1988):** Bodenerosion und Umwelt. - Landschaftsgenese und Landschaftsökologie 13. - Braunschweig, 249 S.
- Bork, H.-R. (1989):** Soil erosion during the past millennium in Central Europe and its significance within the geomorphodynamics of the holocene. - Catena. - Supplementband 15: 121-131.
- Bork, H.-R. & Rohdenburg, H. (1979):** Beispiele für jungholozäne Bodenerosion und Bodenbildung im Untereichsfeld und Randgebieten. - Landschaftsgenese und Landschaftsökologie 3: 115-134.
- Bork, H.-R. & Bork, H. (1987):** Extreme jungholozäne hygrische Klimaschwankungen in Mitteleuropa und ihre Folgen. - Eiszeitalter und Gegenwart 37: 109-118.
- Born, M. (1974):** Die Entwicklung der deutschen Agrarlandschaft. - Darmstadt, 185 S.
- Bortenschlager, S. (1977):** Ursachen und Ausmaß postglazialer Waldgrenzschwankungen in den Ostalpen. - In: Frenzel, B. (ed.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa (= Erdwissenschaftliche Forschung 13): 260-266.
- Bouzek, J. (1982):** Climatic changes and central European prehistory. - In: Harding, A. (ed.): Climatic change in later prehistory: 179-191. - Edinburgh.
- Brechtel, H. (1970):** Wald und Retention - einfache Methoden zur Bestimmung der lokalen Bedeutung des Waldes für die Hochwasserdämpfung. - Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 14: 91-103.
- Brindley, G. & Brown, G. (1980):** Crystal structures of clay minerals and their identification. - Mineralogical Society. - Monographs 5. - London, 495 S.
- Brosche, K.-U. (1984):** Zur jungpleistozänen und holozänen Entwicklung des Werratal zwischen Hannoversch-Münden und Philippstal (östl. Bad Hersfeld). - Eiszeitalter und Gegenwart 34: 105-129.
- Brückner, H. (1983):** Holozäne Bodenbildungen in den Alluvionen süditalienischer Flüsse. - Zeitschrift für Geomorphologie. - Neue Folge. - Supplementband 48: 99-116.
- Brückner, H. (1996):** Geoarchäologie an der türkischen Ägäisküste. - Geographische Rundschau 48: 568-574.

- Brunnacker, K. (1954):** Löß und diluviale Bodenbildungen im Südbayern. - Eiszeitalter und Gegenwart 4/5: 83-86.
- Brunnacker, K. (1956):** Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000. - Blatt Nr. 7142 Straßkirchen. - München, 52 S.
- Brunnacker, K. (1957a):** Die Geschichte der Böden im jüngeren Pleistozän in Bayern. - Geologica Bavarica 34: 1-95.
- Brunnacker, K. (1957b):** Bemerkungen zur Feinstgliederung und zum Kalkgehalt des Lösses. - Eiszeitalter und Gegenwart 8: 107-115.
- Brunnacker, K. (1957c):** Erläuterungen zur Bodenkarte von Bayern 1:25.000. - Blatt Nr. 7142 Straßkirchen. - München, 107 S.
- Brunnacker, K. (1958a):** Über junge Bodenverlagerungen. - Geologische Blätter für Nordost-Bayern 8: 13-24.
- Brunnacker, K. (1958b):** Die Böden. - In: Oschmann, F. (1958): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000. - Blatt 7038 Bad Abbach: 169-170. - München.
- Brunnacker, K. (1959):** Zur Kenntnis des Spät- und Postglazials in Bayern. - Geologica Bavarica 43: 74-150.
- Brunnacker, K. (1964a):** Böden des älteren Pleistozäns bei Regensburg. - Geologica Bavarica 53: 148-166.
- Brunnacker, K. (1964b):** Grundzüge einer quartären Bodenstratigraphie in Süddeutschland. - Eiszeitalter und Gegenwart 15: 224-228.
- Brunnacker, K. (1977):** Grundtendenzen in der geologischen Entwicklung des Binnenholozäns. - In: Frenzel, B. (ed.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa (= Erdwissenschaftliche Forschung 13): 238-247.
- Brunnacker, K. & Boenigk, W. (1973):** Ein frühmittelalterlicher Boden unter dem Niedermünster zu Regensburg. - Geologische Blätter für Nordost-Bayern 23: 180-186.
- Brunnacker, K. & Kossack, G. (1958):** Ein Beitrag zu vorrömischen Siedlungsgeschichte des niederbayerischen Gäubodens. - Archaeologia Geographica 6: 43-54.
- Brunnacker, K. & Strauch, F. (1985):** Beiträge zur Flußgeschichte im Holozän Mitteleuropas. - Geologische Blätter für Nordost-Bayern 34/35: 503-515.
- Brunnacker, K., Freundlich, J., Menke, M. & Schmeidl, H. (1976):** Das Jungholozän im Reichenhaller. - Eiszeitalter und Gegenwart 27: 159-173.
- Brunsdon, D. & Thornes, J. (1979):** Landscape sensitivity and change. - Institute of British Geographers, Transactions. - New Series 4: 463-484.
- Buch, M. (1988a):** Spätpleistozäne und holozäne fluviale Geomorphodynamik im Donautal zwischen Regensburg und Straubing. - Regensburger Geographische Schriften 21. - Regensburg, 197 S. und Anhangband.
- Buch, M. (1988b):** Zur Frage einer kausalen Verknüpfung fluvialer Prozesse und Klimaschwankungen im Spätpleistozän und Holozän. - Versuch einer geomorphologischen Deutung von Befunden von Donau und Main. - Zeitschrift für Geomorphologie. - Neue Folge. - Supplementband 70: 131-162.
- Buch, M. (1990):** Die „Oberauer Schleife“ der Donau bei Straubing: Mensch, Umweltveränderungen und Wandel einer Flußlandschaft zwischen dem 3. und 1. Jahrtausend v. Chr. - Jahresbericht des Historischen Vereins für Straubing und Umgebung 91: 35-82.
- Buch, M. & Heine, K. (1995):** Fluvial geomorphodynamics in the Danube River valley and tributary river systems near Regensburg during the Upper Quaternary - theses, questions and conclusions. - Zeitschrift für Geomorphologie. - Neue Folge. - Supplementband 100: 53-64.
- Buch, M. & Zöller, L. (1990):** Gliederung und Thermolumineszenz-Chronologie der Würmlössse im Raum Regensburg. - Eiszeitalter und Gegenwart 40: 63-84.

- Büdel, J. (1965):** Aufbau und Verschüttung von Olympia. - Mediterrane Flußtätigkeit seit der Frühantike. - Deutscher Geographentag Heidelberg 1963. - Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen: 179-183.
- Bundesanstalt für Geowissenschaften (1995) (ed.):** Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1: 1.000.000 (BÜK 1000). - Hannover.
- Bunnik, F. (1995):** Pollenanalytische Ergebnisse zur Vegetations- und Landwirtschaftsgeschichte der Jülicher Lößbörde. - Bonner Jahrbücher 195: 313-349.
- Burga, C. (1987):** Vegetationsgeschichte seit der Späteiszeit. - In: Furrer, G., Burga, C., Gamper, M., Holzhauser, H.-P. & Maisch, M.: Zur Gletscher-, Vegetations- und Klimageschichte der Schweiz seit der Späteiszeit. - Geographica Helvetica 42: 71-77.
- Burrichter, E. & Pott, R. (1987):** Zur spät- und nacheiszeitlichen Entwicklungsgeschichte von Auenablagerungen im Ahse-Tal bei Soest (Hellwegbörde). - In: Köhler, E. & Wein, N. (eds.): Natur- und Kulturräume. - Ludwig Hempel zum 65. Geburtstag. (= Münstersche Geographische Arbeiten 27): 129-135.
- Burrin, P. & Scaife, R. (1988):** Environmental thresholds, catastrophe theory and landscape sensitivity: their relevance to the impact of man on valley alluviations. - In: Bintliff, J., Davidson, D. & Grant, E. (eds.): Conceptual issues in environmental archaeology: 211-232. - Edinburgh.
- Butzer, K. (1971):** Environment and archaeology. - 2. Auflage. - Chicago, 703 S.
- Butzer, K. (1974):** Accelerated Soil Erosion. - In: Manners, I. & Mikesell, M. (eds.): Perspectives on Environment. - Association of American Geographers Publications 13: 57-78. - Washington.
- Butzer, K. (1980):** Holocene alluvial sequences: Problems of dating and correlation. - In: Cullingford, R., Davidson, D. & Lewin, J. (eds.): Timescales in Geomorphology: 131-142. - Chichester u.a.
- Chorley, R. & Kennedy, B. (1971):** Physical Geography: A Systems Approach. - London, 370 S.
- Chorley, R., Schumm, S. & Sugden, D. (1984):** Geomorphology. - New York, 605 S.
- Christlein, R. (1971):** Das Reihengräberfeld und die Kirche von Stauring bei Weltenburg. - Archäologisches Korrespondenzblatt 1: 51-55.
- Clemens, G. & Stahr, K. (1994):** Present and past soil erosion rates in catchments of the Kraichgau area (SW-Germany). - Catena 22: 153-168.
- Cornwall, I. (1966):** Soils for the Archaeologist. - 3. Auflage. - London, 230 S.
- Courty, M. & Nørnberg, P. (1985):** Comparison between buried uncultivated and cultivated Iron Age soils on the west coast of Jutland, Denmark. - ISKOS 5: 57-69.
- Czajka, W. & Klink, H.-J. (1967):** Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 174 Straubing. - Geographische Landesaufnahme 1: 200.000. - Naturräumliche Gliederung Deutschlands. - Bad Godesberg, 88 S.
- Damminger, F. & Schauer, P. (1997):** Der Bogenberg, Gde. Bogen, Lkr. Straubing-Bogen, Niederbayern. - Vorbericht über die archäologischen Untersuchungsergebnisse der Jahre 1995-1996. - Archäologisches Korrespondenzblatt 27: 423-442.
- Dearing, J. (1991):** Erosion and soil use. - In: Berglund, B. (ed.): The cultural landscape during 6000 years in southern Sweden - the Ystad Project (= Ecological Bulletins 41): 283-292.
- Delano Smith, C. (1979):** Western Mediterranean Europe. - London, u.a., 453 S.
- Delorme, A. & Leuschner, H.-H. (1983):** Dendrochronologische Befunde zur jüngeren Flußgeschichte von Main, Fulda, Lahn und Oker. - Eiszeitalter und Gegenwart 33: 45-57.

- Dieckmann, B. (1995):** Archäologische Betrachtungen zur Bodenerosion im Hegau. - In: Biel, J. (ed.): Anthropogene Landschaftsveränderungen im prähistorischen Südwestdeutschland. - Landesdenkmalamt Baden-Württemberg - Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 30: 28-43. - Stuttgart.
- Diez, T. (1968):** Die Böden. - In: Schmidt-Kaler, H: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern. - Blatt Nr. 7136 Neustadt an der Donau: 114-132. - München.
- Dittmann, C. (1982):** Regensburg. - Stadtklima und Luftverunreinigung. - Acta Albertina Ratisbonensia 41. - Regensburg, 336 S.
- Dobler, L. & Völkel, J. (1994):** Veränderungen bodeneigener Tonminerale zwischen Stammablauf- und Zwischenstammbereich in einem Altholz auf Parabraunerden bei Regensburg. - DTTG-Berichte zur Jahrestagung Regensburg: 42-54.
- Doluchanov, P. (1981):** Ökologie und Chronologie des Mesolithikums in Europa. - Veröffentlichungen des Museums für Vor- und Frühgeschichte Potsdam 14/15: 211-215.
- Eheim, A. & Völkel, J. (1994):** Vergleich des Tonmineralbestandes und ihrer pedogenen Transformation in Böden unterschiedlichen Alters anhand eines keltischen Bauwerkes. - DTTG-Berichte zur Jahrestagung Regensburg: 55-65.
- Eiberweiser, M. (1995):** Untersuchungen zur Schwermetall-Tiefenverteilung in Böden und periglazialen Deckschichten des ostbayerischen Kristallins und seiner Randgebiete. - Dissertation, Universität Regensburg (Philosophische Fakultät III). - Regensburg, 340 S.
- Eissmann, L. (1975):** Das Quartär der Leipziger Tieflandsbucht und angrenzender Gebiete um Saale und Elbe. - Schriftenreihe für geologische Wissenschaften 2. - Berlin, 263 S.
- Ellenberg, H. (1996):** Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. - 5. stark veränderte und verbesserte Auflage. - Stuttgart, 1096 S.
- Emanuelsson, U. (1988):** A model for describing the development of cultural landscape. - In: Birks, H. H., Birks, H. J., Kaland, P. & Moe, D. (eds.): The cultural landscape - past, present and future: 111-121. - Cambridge u.a.
- Engelhardt, B. (1994):** Die Altheimer Feuchtbodensiedlung Ergolding-Fischergasse und ihr Hinterland. - Vorträge 12. Niederbayerischer Archäologentag: 41-87. - Deggendorf.
- Ennen, E. & Janssen, W. (1979):** Deutsche Agrargeschichte. - Vom Neolithikum bis zur Schwelle des Industriezeitalters (= Wissenschaftliche Paperbacks 12). - Wiesbaden, 272 S.
- Evans, J., Limbrey, S., Máté, I. & Mount, R. (1988):** Environmental change and land-use-history in a Wiltshire river valley in the last 14,000 years. - In: Barret, J. & Kinnes, I. (eds.): The archaeology of context in the Neolithic and Bronze age: 97-103. - Sheffield.
- Evans, J., Limbrey, S., Máté, I. & Mount, R. (1993):** An environmental history of the Upper Kennet valley, Wiltshire, for the last 10,000 years. - Proceedings of the Prehistoric society 59: 139-195.
- Favies-Mortlock, D., Boardman, J. & Bell, M. (1997):** Modelling long-term anthropogenic erosion of a loess cover: South Downs, UK. - The Holocene 7: 79-89.
- Fehn, H. (1953):** Unterbayerisches Hügelland. - In: Meynen, E. & Schmithüsen, J. (1953-1962) (eds.): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands: 124-136. - Remagen.
- Fehn, H. (1959):** Oberpfälzer und Bayerischer Wald. - In: Meynen, E. & Schmithüsen, J. (1953-1962) (eds.): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands: 624-647. - Remagen.
- Fickel, W., Beckmann, H., Plass, W., Schrader, L., Stephan, S., Wiechmann, H. & Zakosek, H. (1977):** Über Bodenentwicklungen in Hügelgräbern im Taunus. - Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 25: 639-644.

- Fink, J. (1977):** Jüngste Schotterakkumulationen im österreichischen Donauabschnitt. - In: Frenzel, B. (ed.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa (= Erdwissenschaftliche Forschung 13): 190-211.
- Firbas, F. (1949):** Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen I. - Jena, 480 S.
- Fisher, P. (1982):** A review of lessivage and neolithic cultivation in Southern England. - Journal of Archaeological Science 9: 299-304.
- Flohn, H. (1950):** Klimaschwankungen im Mittelalter und ihre historisch-geographische Bedeutung. - Berichte zur Deutschen Landeskunde 7: 347-357.
- Flohn, H. (1957):** Klimaschwankungen der letzten 1000 Jahre und ihre geophysikalischen Ursachen. - Deutscher Geographentag Würzburg. - Tagungsberichte und wissenschaftliche Abhandlungen: 201-214.
- Flohn, H. (1986):** Singular events and catastrophes now and in climate history. - Naturwissenschaften 73: 136-149.
- Foerst, K. & Kreutzer, K. (1978):** Regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns nach Hauptbodenarten, 1: 1.000.000. - München.
- French, C. (1988):** Aspects of buried prehistoric soils in the Lower Welland Valley and the fen margin north of Peterborough, Cambridgeshire. - In: Groenman-van Waateringe, W. & Robinson, M. (eds.): Man-made Soils (= BAR International Series 410): 115-128.
- Frenzel, B. (1977):** Postglaziale Klimaschwankungen im südwestlichen Mitteleuropa. - In: Frenzel, B. (ed.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa (= Erdwissenschaftliche Forschung 13): 297-322. - Wiesbaden.
- Frenzel, B. (1979):** Dendrochronologie und Landschaftsökologie. - Allgemeine Forstzeitung 48: 1355-1359.
- Frenzel, B. (1983):** On the Central-European water budget during the last 15.000 years. - Quaternary studies in Poland 4: 45-59.
- Frenzel, B. (1991a) (ed.):** Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene. - Paläoklimaforschung 6. - Stuttgart u.a., 309 S.
- Frenzel, B. (1991b):** Concluding remarks. - In: Frenzel, B. (ed.): Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene. - Paläoklimaforschung 6: 301-303. - Stuttgart u.a.
- Frenzel, B. (1992a) (ed.):** Evaluation of land surfaces cleared from forests by prehistoric man in Early Neolithic times and the time of migrating Germanic tribes. - Paläoklimaforschung 8. - Stuttgart u.a., 225 S.
- Frenzel, B. (1992b) (ed.):** Atlas of paleoclimates and paleoenvironments of the Northern hemisphere. - Stuttgart, 153 S.
- Fries, J. (1995):** Vor- und frühgeschichtliche Agrartechnik auf den Britischen Inseln und dem Kontinent. Eine vergleichende Studie (= Internationale Archäologie 26). - Espelkamp, 256 S. u. Katalog.
- Furrer, G., Gamper-Schollenberger, B. & Suter, J. (1980):** Zur Geschichte unserer Gletscher in der Nacheiszeit - Methoden und Ergebnisse. - In: Oeschger, H., Messerli, B., Svilar, M. (eds.): Das Klima. Analysen und Modelle - Geschichte und Zukunft: 45-63, Berlin u.a.
- Gaillard, M. (1985):** Postglacial palaeoclimatic changes in Scandinavia and central Europe. A tentative correlation based on studies of lake level fluctuations. - Ecologia Mediterranea 11: 159-175.

- Gamper, M. (1987):** Postglaziale Schwankungen der geomorphologischen Aktivität in den Alpen. - In: Furrer, G., Burga, C., Gamper, M., Holzhauser, H.-P. & Maisch, M.: Zur Gletscher-, Vegetations- und Klimageschichte der Schweiz seit der Späteiszeit. - *Geographica Helvetica* 42: 77-80.
- Gamper, M. (1991):** Solifluktuionsphasen im Holozän der Alpen. - In: Frenzel, B. (ed.): Klimageschichtliche Probleme der letzten 130.000 Jahre. - *Paläoklimaforschung* 1: 79-86, Stuttgart u.a..
- Gamper, M. & Suter, J. (1982):** Postglaziale Klimageschichte der Schweizer Alpen. - *Geographica Helvetica* 37: 105-114.
- Gardiner, M. & Walsh, T. (1966):** Comparison of soil material buried since neolithic times with those of the present day. - *Proceeding of the Royal Irish Academy* 65C: 29-35.
- Gebhardt, A. (1993):** Micromorphological evidence of soil deterioration since the mid-Holocene at archaeological sites in Brittany, France. - *The Holocene* 3: 333-341.
- Gerrard, J. (1992):** Soil geomorphology: An integration of pedology and geomorphology. - London u.a., 269 S.
- Geyh, M. (1996):** Schriftliche Mitteilung zum ¹⁴C-Alter zweier Holzkohleproben aus einer schnurkeramischen Vorratsgrube.
- Giessübel, J. (1977):** Nutzungsbedingte Änderungen im Naturraum dargestellt an Beispielen aus dem Rhein-Main-Gebiet und Nordhessen. - *Rhein-Mainische Forschungen* 85. - Frankfurt, 203 S.
- Gladfeldter, B. (1977):** Geoarchaeology: The Geomorphologist and Archaeology. - *American Antiquity* 42: 519-538.
- Glatthaar, D. & Liedtke, H. (1988):** Untersuchungen im Wellheimer Trockental - Die Anlage des Schutterengtals (südliche Fränkische Alb). - *Berichte zur Deutschen Landeskunde* 62: 67-82.
- Göbel, P. (1977):** Vorläufige Ergebnisse der Messung gravitativer Bodenbewegungen auf bewaldeten Hängen im Taunus. - *Catena* 3: 387-398.
- Goossens, D. (1997):** Long-term aeolian loess accumulation modelled in the wind tunnel: the Molenberg case (central loess belt, Belgium). - *Zeitschrift für Geomorphologie. - Neue Folge* 41: 115-129.
- Górniak, A. (1992):** The development of soils formed from loess in the Lublin region (SE Poland). - *Polish Journal of soil science* 25: 79-87.
- Goudie, A. (1990):** The human impact on the natural environment. - 3. Auflage. - Oxford, 388 S.
- Govers, G. (1991):** A field study on topographical and topsoil effects on runoff generation. - *Catena* 18: 91-111.
- Grahmann, R. (1934):** Konnten die mitteldeutschen Flußauen in vorgeschichtlicher Zeit besiedelt werden? - *Mannus* 26: 112.
- Gronenborn, D. (1997):** Sarching 4 und der Übergang vom Früh- zum Spätmesolithikum im südlichen Mitteleuropa. - *Archäologisches Korrespondenzblatt* 27: 387-402.
- Grosse-Brauckmann, G. (1980):** Ablagerungen der Moore. - In: Göttlich, K. (ed.): *Moor- und Torfkunde*: 130-172. - 2. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. - Stuttgart.
- Grottenthaler, W. & Jerz, H. (1996):** Zwei Quartaerprofile mit Paläoböden in Südbayern.- In: Felix-Henningsen, P. (ed.): *Böden als Zeugen der Landschaftsentwicklung*: 77-83. - Kiel.
- Gunreben, M. (1992):** Schwarzerde-Relikte in Deutschland - Ein regionaler Vergleich von Böden ausgewählter Klimagebiete und Lößprovinzen. - Dissertation. - Philipps-Universität Marburg (Fachbereich Geographie). - Marburg, 183 S.

- Habbe, K.-H. & Reger, P. (1985):** Zur holozänen Formungsdynamik im Einzugsgebiet der mittleren Pegnitz. - *Geologische Blätter für Nordost-Bayern* 34/35: 537-546.
- Händel, D. (1967):** Das Holozän in den nordwestsächsischen Flußauen. - *Hercynia*. - Neue Folge 4: 152-198.
- Hagedorn, J. & Rother, N. (1992):** Holocene floodplain evolution of small rivers in the uplands of Lower Saxony, Germany. - *Geomorphology* 4: 423-432.
- Haggett, P. (1991):** *Geographie. Eine moderne Synthese*. - 2. Auflage. - Stuttgart, 768 S.
- Hahn, H.-U. (1992):** Die morphogenetische Wirksamkeit historischer Niederschläge. - *Würzburger Geographische Arbeiten* 82. - Würzburg, 196 S. u. Anhang.
- Hard, G. (1968):** Grabenreißen im Vogesensandstein. - *Berichte zur deutschen Landeskunde* 40: 81-91.
- Hard, G. (1970):** Exzessive Bodenerosion um und nach 1800. - *Erdkunde* 24: 290-308.
- Hard, G. (1973):** *Die Geographie. Eine wissenschaftstheoretische Einführung*. - Berlin u. New York, 318 S.
- Harding, A. (1982):** Introduction: Climatic change and archaeology. - In: Harding, A. (ed.): *Climatic change in later prehistory: 1-10*. - Edinburgh.
- Harris, D. & Thomas, K. (1989):** Modelling ecological change in environmental archaeology. - In: Harris, D. & Thomas, K. (eds.): *Modelling ecological change: 91-102*. - London.
- Harrison, S., Prentice, C. & Bartlein, P. (1991):** What climate models tell us about the Holocene palaeoclimates of Europe. - In: Frenzel, B. (ed.): *Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene*. - *Paläoklimaforschung* 6: 285-299. - Stuttgart u.a..
- Harrison, S., Saarse, L. & Digerfeldt, G. (1991):** Holocene changes in lake levels as climate proxy data in Europe. - In: Frenzel, B. (ed.): *Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene*. - *Paläoklimaforschung* 6: 159-169. - Stuttgart u.a.
- Hase, E. (1992):** Grundlagen einer objektiven Landschaftsbewertung nach objektiven Gesichtspunkten. - *Augsburger Geographische Hefte* 11. - Augsburg, 164 S. u. Anhang u. Anhangband.
- Havlicek, P. (1983):** Late Pleistocene and Holocene fluvial deposits of the Morava river (Czechoslovakia). - *Geologisches Jahrbuch* A71: 209-217.
- Havlicek, P. (1988):** Evolution of the Morava river in Late Pleistocene and Holocene time. - In: Lang, G. & Schlichter, C. (eds.): *Lake, Mire and River Environments: 133-136*.
- Hebel, A. (1995):** Bodendegradation und ihre internationale Erforschung. - *Geographische Rundschau* 47: 686-691.
- Heine, K. (1970):** Fluß- und Talgeschichte im Raum Marburg. - *Bonner geographische Abhandlungen* 42. - Bonn, 195 S.
- Heine, K. (1982):** Das Mündungsgebiet der Ahr im Spät-Würm und Holozän. - *Erdkunde* 36: 1-11.
- Heine, K. (1993):** Warmzeitliche Bodenbildung im Bölling/Alleröd im Mittelrheingebiet. - *Decheniana* 146: 315-324.
- Heine, K. (1994):** Bodenzerstörung - ein globales Umweltproblem. - *Akademie der Wissenschaften und Literatur, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, Jahrgang 1994, Nr. 2: 65-91*. - Stuttgart.
- Heine, K., Nuber, T. & Niller, H.-P. (1997):** Geomorphologisch-pedologische Befunde zur Landschaftsgeschichte des Bogenberges und des Frauenberges in Niederbayern. - *Archäologisches Korrespondenzblatt* 27: 443-456.
- Hempel, Lena (1957):** Das morphologische Landschaftsbild des Unter-Eichsfeldes unter besonderer Berücksichtigung der Bodenerosion und ihrer Kleinformen. - *Forschungen zur Deutschen Landeskunde* 98. - Remagen, 54 S.

- Hempel, Ludwig (1954):** Die Entstehung einiger anthropogen bedingter Oberflächenformen und ihre Ähnlichkeit mit natürlichen Formen. - Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. - Ergebnisse und Probleme moderner geographischer Forschung. - Hans Mortensen zu seinem 60. Geburtstag (= Raumforschung und Landesplanung - Abhandlungen 28): 119-126. - Bremen.
- Hempel, Ludwig (1956):** Über Alter und Herkunftsgebiet von Auelehmen im Leinetal. - Eiszeitalter und Gegenwart 7: 35-42.
- Hempel, Ludwig (1984):** Geoökodynamik im Mittelmeerraum während des Jungquartärs. Beobachtungen zur Frage „Mensch und/oder Klima“ in Südgriechenland und auf Kreta. - Geoökodynamik 5: 99-139.
- Hennig, H. (1993):** Urnenfelder aus dem Regensburger Raum. - Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege - Abteilung Bodendenkmalpflege - Materialhefte zur Bayerischen Vorgeschichte, Reihe A - Fundinventare und Ausgrabungsbefunde 65. - Kallmünz, 104 S.
- Hensel, H. (1991):** Verfahren zur EDV-gestützten Abschätzung der Erosionsgefährdung von Hängen und Einzugsgebieten. - Bodenökologie und Bodengenese 2. - Berlin, 113 S.
- Hensel, H. & Bork, H.-R. (1988):** EDV-gestützte Bilanzierung von Erosion und Akkumulation in kleinen Einzugsgebieten unter Verwendung der modifizierten Universal Soil Loss Equation. - Landschaftsökologisches Messen und Auswerten 2.2/3: 107-136.
- Hilgart, M. (1995):** Die geomorphologische Entwicklung des Altmühl- und Donautales im Raum Dietfurt-Kelheim-Regensburg im jüngeren Quartär. - Forschungen zur Deutschen Landeskunde 242. - Trier, 334 S.
- Hilgart, M. (1996):** Archäologische Ausgrabung einer frühneolithischen Siedlung bei Altdorf-Aich, Baugebiet Kleinfeld IV. - Vorbericht über die sedimentologisch-pedologischen Verhältnisse im Grabungsbereich und zum geowissenschaftlichen Kontext der Grabungsbefunde. - 3 S. und 2 Abb. (unveröffentlicht).
- Hiller, A., Litt, T. & Eissmann, L. (1991):** Zur Entwicklung der jungquartären Tieflandtäler im Saale-Elbe-Raum unter besonderer Berücksichtigung von ¹⁴C-Daten. - Eiszeitalter und Gegenwart 41: 26-46.
- Hjulström, F. (1935):** Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the river Fyris. - Bulletin of the Geological Institute, University of Uppsala 25: 221-527.
- Hofmann, B. (1966):** Erläuterungen zur Bodenkarte von Bayern 1:25.000. - Blatt Nr. 7439 Landshut-Ost. - München, 128 S.
- Hofmann, B. (1973):** Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000. - Blatt Nr. 7439 Landshut-Ost. - München, 113 S.
- Hofmann, B. (1991):** Die Böden. - In: Unger, H.-J.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern. - 1:50.000. - Blatt Nr. L 7538 Landshut: 166-179.
- Hofmann, B. (1992):** Zur Geologie und Erdgeschichte. - In: Bayerisches Geologisches Landesamt (ed.): Die Böden Bayerns. - Datenhandbuch für die Böden des Tertiärhügellandes, der Iller-Lech-Platte und des Donautales: 7-15. - München.
- Hofmann, B. (1995):** 2. Bodenkundliche Untersuchungen. - In: Ottaway, B.: Ergolding, Fischergasse - Eine Feuchtbodensiedlung der Altheimer Kultur in Niederbayern. - Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege. - Abteilung Bodendenkmalpflege 68: 21-23. - Kallmünz.
- Hofmann, B. & Spies, E.-D. (1992):** Bodenausgangsgesteine und Substratgliederung. - In: Bayerisches Geologisches Landesamt (ed.): Die Böden Bayerns. - Datenhandbuch für die Böden des Tertiärhügellandes, der Iller-Lech-Platte und des Donautales: 15-28. - München.
- Holliday, V. (1989):** Palaeopedology in archaeology. - Catena. - Supplementband 16: 187-206.

- Holliday, V. (1992):** Soil formation, time and archaeology. - In: Holliday, V. (ed.): Soils in Archaeology - Landscape evolution and human occupation: 101-117. - Washington u. London.
- Holzhauser, H.-P. (1987):** Betrachtungen zur Gletschergeschichte des Postglazials. - In: Furrer, G., Burga, C., Gamper, M., Holzhauser, H.-P. & Maisch, M.: Zur Gletscher-, Vegetations- und Klimageschichte der Schweiz seit der Späteiszeit. - Geographica Helvetica 42: 80-88.
- Homilius, J., Weinig, H., Brost, E. & Bader, K. (1983):** Geologische und geophysikalische Untersuchungen im Donauquartär zwischen Ulm und Passau. - Geologisches Jahrbuch E25: 3-73.
- Huckriede, R. (1971):** Über jungholozäne, vorgeschichtliche Löß-Umlagerung in Hessen. - Eiszeitalter und Gegenwart 22: 5-16.
- Huckriede, R. (1972):** Altholozäner Beginn der Auelehm-Sedimentation im Lahn-Tal? - Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung 100: 158-163.
- Huntley, B. & Prentice, C. (1993):** Holocene Vegetation and Climates of Europe. - In: Wright, H., Kutzbach, J., Webb, T., Ruddiman, W., Street-Perrott & Bartlein, P. (eds.): Global Climates since the Last Glacial Maximum: 136-168. - Minneapolis u. London.
- Imeson, A. (1976):** Some effects of burrowing animals on slope processes in the Luxembourg Ardennes. Part 1: The excavation of animal mounds in experimental plots. - Geografiska Annaler 58A: 115-125.
- Imeson, A. & Jungerius, P. (1974):** Landscape stability in the Luxembourg Ardennes as exemplified by hydrological and (micro)pedological investigations of a catena in an experimental watershed.- Catena 1: 273-294.
- Imeson, A., Kwaad, F. & Mücher, H. (1980):** Hillslope processes and deposits in forested areas of Luxembourg. - In: Cullingford, R., Davidson, D. & Lewin, J. (eds.): Timescales in Geomorphology: 31-42. - Chichester u.a.
- Jäger, H. (1987):** Entwicklungsprobleme europäischer Kulturlandschaften. - Darmstadt, 280 S.
- Jäger, K.-D. (1962):** Über Alter und Ursachen der Auelehmablagerung thüringischer Flüsse. - Prähistorische Zeitschrift 11: 1 -59.
- Jäger, K.-D. (1965):** Holozäne Binnenwasserkalke und ihre Aussage für die nacheiszeitliche Klima- und Landschaftsentwicklung im südlichen Mitteleuropa. Grundlagen und Grundzüge einer vergleichenden Stratigraphie unter besonderer Berücksichtigung Thüringens.- Jena, 399S. (2 Bde.).
- Jäger, K.-D. (1982):** Stratigraphische Belege für Klimawandlungen im mitteleuropäischen Holozän. - Zeitschrift für Geologische Wissenschaften 10: 799-809.
- Jäger, K.-D. (1985):** Zum Einfluß der geographischen Umwelt auf die Entwicklung der Produktivkräfte im Neolithikum. - In: Horst, F. & Krüger, B. (eds.): Produktivkräfte und Produktionsverhältnisse in ur- und frühgeschichtlicher Zeit: 41-50.
- Jäger, K.-D. & Lozek, V. (1978a):** Befunde und Aussagemöglichkeiten der Holozänstratigraphie über anthropogene Einwirkungen auf den natürlichen Landschaftshaushalt im ur- und frühgeschichtlichen Mitteleuropa. - Petermanns Geographische Mitteilungen 122: 145-148.
- Jäger, K.-D. & Lozek, V. (1978b):** Umweltbedingungen und Landesausbau während der Urnenfelderbronzezeit in Mitteleuropa.- In: Coblenz, W. & Horst, F.(eds.): Mitteleuropäische Bronzezeit: 211-229. - Berlin.
- Jankuhn, H. (1977):** Einführung in die Siedlungsarchäologie. - Berlin u.a., 203 S.
- Jerz, H. (1983):** Kalksinterbildungen in Südbayern und ihre zeitliche Einstufung. - Geologisches Jahrbuch A 71: 291-300.

- Jerz, H. (1991):** Quartär. - In: Unger, H.-J.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:50.000. - Blatt Nr. L 7538 Landshut: 99-114.
- Jerz, H. (1993):** Geologie von Bayern. - II. Das Eiszeitalter in Bayern. - Stuttgart, 243 S.
- Jerz, H. & Grottenthaler, W. (1995):** Quartärprofile mit Paläoböden in Südbayern. - *Geologica Bavarica* 99: 179-186.
- Jerz, H., Stephan, W., Streit, R. & Weinig, H. (1975):** Zur Geologie des Iller-Mindel-Gebietes. - *Geologica Bavarica* 74: 99-130.
- Jockenhövel, A. (1986):** Neolithische Auelehmbildungen im Untermaingebiet - Ergebnisse einer Ausgrabung am Mainaltlauf „Riedwiesen“ zwischen Frankfurt und Mainz-Schwanheim und Kelsterbach, Kr. Groß-Gerau. - *Geologisches Jahrbuch Hessen* 114: 115-124.
- Joos, M. (1982):** Swiss Midland-lakes and climatic changes. - In: Harding, A. (ed.): *Climatic change in later prehistory*: 44-51. - Edinburgh.
- Jülich, T. (1995):** Bodenerosion im Bereich der Paderborner Hochfläche. - In: Runge, J. (ed.): *Waldschäden und Bodenerosion. - Paderborner Geographische Studien* 8: 57-119.
- Kaiser, K. (1991):** Tree-rings in Switzerland and other mountain regions: Late Glacial through Holocene. - In: Frenzel, B. (ed.): *Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene. - Paläoklimaforschung* 6: 119-132. - Stuttgart u.a.
- Kallenbach, H. (1966):** Mineralbestand und Genese südbayerischer Lössse. - *Geologische Rundschau* 55: 582-607.
- Karrasch, H. (1970):** Das Phänomen der klimabedingten Reliefasymmetrie in Mitteleuropa. - *Göttinger Geographische Abhandlungen* 56. - Göttingen, 299 S. u. Beilagen.
- Keeley, H. (1982):** Pedogenesis during the later prehistoric period in Britain. - In: Harding, A. (ed.): *Climatic change in later prehistory*: 114-126. - Edinburgh.
- Kellog, T. (1984):** Late-Glacial - Holocene high frequency climatic changes in deep-sea cores from the Denmark strait. - In: Mörner, N.-A. & Karlén, W. (eds.): *Climatic Changes on a Yearly to Millennial Basis*: 123-133. - Dordrecht u.a.
- Kern, H. (1961):** Große Tagessummen des Niederschlags in Bayern. - *Münchner Geographische Hefte* 21. - Kallmünz u. Regensburg, 22 S.
- Klaghofer, E. (1990):** Die Verwendung von EPIC zur Erstellung von Bodenabtrags-Prognosekarten. - *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 61: 21-24.
- Kleinmann, A. (1995):** Seespiegelschwankungen am Ammersee. - Ein Beitrag zur spät- und postglazialen Klimageschichte Bayerns. - *Geologica Bavarica* 99: 253-367.
- Knipping, M. (1989):** Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte des Oberpfälzer Waldes. - *Dissertationes Botanicae* 140. - Stuttgart u. Berlin, 209 S.
- Kuorr, W. (1984):** Petrographie, Tektonik und Geochemie der Mylonite des Donaurandbruches östlich von Regensburg. - *Dissertation. - Technische Universität München. - München*, 152 S.
- Koch, H. (1991):** Die keltischen Siedlungen vom Frauenberg über Kloster Weltenburg, Stadt Kelheim und von Harting (Neubaugebiet Süd), Stadt Regensburg. - *Internationale Archäologie* 3. - Buch am Erlbach, 382 S. u. Anhang.
- Köhler-Rollefson, I. & Rollefson, G. (1990):** The impact of Neolithic subsistence strategies on the environment: The case of Ain Ghazal, Jordan. - In: Bottema, S., Entjes-Nieborg, G. & van Zeist, W. (eds.): *Man's role in the shaping of the Eastern Mediterranean landscape. Proceedings of the INQUA/BAI Symposium on the impact of ancient man on the landscape of the Eastern Mediterranean region and the Near East. - Rotterdam*: 3-14.

- Kohl, H. (1978):** Zur Jungpleistozän- und Holozänstratigraphie in den oberösterreichischen Donauebene. - In: Nagl, H. (ed.): Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung: 269-290. - Wien.
- Kortfunke, C. (1992):** Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Donaumoores und seiner Umgebung. - Dissertationes Botanicae 184. - Stuttgart u. Berlin, 177 S.
- Kossack, G. (1956):** Besprechung: Festschrift für Peter Goessler. - Tübinger Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte. - Bayerische Vorgeschichtsblätter 21: 380-382.
- Kossack, G. (1959):** Südbayern während der Hallstattzeit. - Römisch-Germanische Forschungen 24. - Berlin, 315 S. (Textband) u. Tafelband.
- Kossack, G. (1978):** Südbayern: Mensch und Umwelt in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. - Oberbayerisches Archiv 103: 332-354.
- Kossack, G. (1995a):** Mitteleuropa zwischen dem 13. und 8. Jahrhundert v. Chr. Geb., Geschichte, Stand und Probleme der Urnenfelderzeit und südlich der Alpen. - Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 35: 1-65.
- Kossack, G. (1995b):** Kulturlandschaft und Naturkatastrophe. Bäuerliche Verhaltensweisen in prähistorischer Vergangenheit. - Siedlungsforschung. Archäologie-Geschichte-Geographie 13: 31-50.
- Kozarski, S., Gonera, P. & Antcak, B. (1988):** Valley floor development and palaeohydrological changes: The Late Vistulian and Holocene history of the Warta River (Poland). - In: Lang, G. & Schlüchter, C. (eds.): Lake, Mire and River Environments: 185-203. - Rotterdam.
- Krause, R. (1995):** Viereckschanze mit zentralörtlicher Funktion. - Archäologie in Deutschland 11 (4): 30-33.
- Kreiner, L. (1987):** Eine glockenbecher-/frühbronzezeitliche Siedlung im Tertiärhügelland des mittleren Vilstales. - Archäologisches Jahrbuch in Bayern 1987: 50-52.
- Kretschmar, R. (1990):** Wassererosion. - In Blume, H.-P. (ed.): Handbuch des Bodenschutzes: 165-183. - Landsberg/Lech.
- Kreuz, A. (1990):** Die ersten Bauern Mitteleuropas. - *Analecta Praehistorica Leidensia* 23. - Leiden, 200 S. u. Katalog.
- Küster, H. (1988):** Vom Werden einer Kulturlandschaft - Vegetationskundliche Studien am Auerberg (Südbayern). - Quellen und Forschungen zur prähistorischen und provinzialrömischen Archäologie 3. - Weinheim, 214 S.
- Küster, H. (1995a):** Geschichte der Landschaft Mitteleuropas. - München, 423 S.
- Küster, H. (1995b):** Postglaziale Vegetationsgeschichte Südbayerns. - Geobotanische Studien zur prähistorischen Landschaftskunde. - Berlin, 372 S.
- Kuhn, M. (1990):** Klimaänderungen: Treibhauseffekt und Ozon. - Thaur, 155 S.
- Kwaad, F. (1991):** Summer and winter regimes of runoff generation and soil erosion on cultivated loess soils (The Netherlands). - *Earth Surface Processes and Landforms* 6: 653-662.
- Kwaad, F. & Mùcher, H. (1979):** The formation and evolution of colluvium on arable land in Northern Luxembourg. - *Geoderma* 22: 173-192.
- Lamb, H. (1977):** Climate - Present, Past and Future. - 2. Climatic History and the Future. - London, 835 S.
- Lamb, H. (1982):** Reconstruction of the course of postglacial climate over the world. - In: Harding, A. (ed.): Climatic change in later prehistory: 11-32. - Edinburgh.
- Lambrick, G. (1992):** Alluvial archaeology of the Holocene in the Upper Thames basin 1971-1991: a review. - In: Needham, S. & Macklin, M. (eds): Alluvial archaeology in Britain (= Oxbow Monograph 27): 209-226.

- Lang, A. (1995):** Lumineszenz-Datierungen holozän umgelagerter Sedimente im Kraichgau. - In: Biel, J. (ed.): Anthropogene Landschaftsveränderungen im prähistorischen Südwestdeutschland. - Landesdenkmalamt Baden-Württemberg - Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 30: 23-25. - Stuttgart.
- Lang, A. (1996a):** Die Infrarot-Stimulierte-Lumineszenz als Datierungsmethode für holozäne Lössderivate. - Heidelberger Geographische Arbeiten 103. - Heidelberg, 137 S.
- Lang, A. (1996b):** Mündliche Mitteilung zum Einsatz von Modellen für die quantitative Ermittlung prähistorischer Bodenerosion.
- Lang, A. & Wagner, G. (1996):** Infrared stimulated luminescence dating of archaeosediments. - Archaeometry 38: 129-141.
- Langohr, R. & Sanders, J. (1985):** The Belgian loess belt in the last 20.000 years: Evolution of soils and relief in the Zonien forest. - In: Boardman, J. (ed.): Soils and Quaternary landscape evolution: 359-371.
- Leemann, A. & Niessen, F. (1994):** Holocene glacial activity and climatic variations in the Swiss Alps: reconstructing a continuous record from proglacial lake sediments. - The Holocene 4: 259-268.
- Léger, M. (1987):** Micromorphologie de loess et paleosols intraloessiques en Souabe et Baviere. - In: Fedoroff, N., Bresson, L. & Courty, M. (eds.): Micromorphologie des sols - Soil micromorphology. - Paris.
- Léger, M. (1988):** Géomorphologie de la vallée subalpine du Danube entre Sigmaringen et Passau. - Thèse de Doctorat, Univ. Paris VII, Paris, 2 Bde. - 621 S. und Abbildungsband.
- Lehmann, H.-D. (1997):** Stätten der Mantik. Ein Vorschlag zur Deutung und Funktion keltischer „Viereckschanzen“ Süddeutschlands. - Archäologisches Korrespondenzblatt 27: 127-135.
- Lemcke, K. (1988):** Geologie von Bayern. - I. Das bayerische Alpenvorland vor der Eiszeit. - Stuttgart, 175 S.
- Leser, H. (1977):** Feld- und Labormethoden der Geomorphologie. - Berlin u. New York, 446 S.
- Leser, H. (1983):** Bodenerosion als methodisch-geoökologisches Problem. - Geomethodica 8: 7-22.
- Leser, H. (1991):** Landschaftsökologie. - 3. Auflage. - Stuttgart, 647 S.
- Lessmann-Schoch, U., Kahrer, R. & Brümmer, G. (1991):** Pollenanalytische und 14C-Untersuchungen zur Datierung der Kolluvienbildung in einer lößbedeckten Mittelgebirgslandschaft (Nördlicher Siebengebirgsrand). - Eiszeitalter und Gegenwart: 16-25.
- Linke, W. (1976):** Frühestes Bauerntum und geographische Umwelt.- Bochumer Geographische Arbeiten 28. - Paderborn, 86 S. u. Anhang.
- Linke, W. (1977):** Boden und Vegetation als bestimmende Faktoren der frühesten Siedlungsräume in Mitteleuropa. - Berichte zur deutschen Landeskunde 51: 29-40.
- Lipps, S. (1988):** Fluviale Dynamik im Mittelwesertal während des Spätglazials und Holozäns. - Eiszeitalter und Gegenwart 38: 78-86.
- Lipps, S. & Caspers, G. (1990):** Spätglazial und Holozän auf der Stolzenauer Terrasse im Mittelwesertal. - Eiszeitalter und Gegenwart 40: 111-119.
- Litt, T. (1986):** Stratigraphische Belege für anthropogen ausgelöste Bodenverlagerungen. - Dissertation. - Universität Greifswald. - 2 Bände (110 S. Text u. 41 Beilagen).
- Litt, T. (1988):** Stratigraphische Belege für anthropogen ausgelöste Bodenverlagerungen vom Neolithikum bis zur frühen Eisenzeit im circumhercynen Raum. - Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift 29: 129-137.

- Litt, T. (1992):** Investigations on the extent of the early Neolithic settlement in the Elbe-Saale region and on its influence on the natural environment. - In: Frenzel, B. (ed.): Evaluation of land surfaces cleared from forest by prehistoric man in Early Neolithic times and the times of migrating Germanic tribes. - Paläoklimaforschung 8: 83-91. - Stuttgart u.a.
- Litt, T., Kohl, G., Göndorf, J. & Jäger, K.-D. (1987):** Zur Datierung begrabener Böden in holozänen Ablagerungsfolgen. - Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte 70: 177-190.
- Lozek, V. (1976):** Zur Geschichte der Bodenerosion in den mitteleuropäischen Lößlandschaften während des Holozäns. - Newsletters on Stratigraphy 5: 44-54.
- Lozek, V. (1992):** Der Beitrag der Karstforschung zur holozänen Klimageschichte. - In: Billwitz, K., Jäger, K.-D., Janke, W. (eds.): Jungquartäre Landschaftsräume - Aktuelle Forschungen zwischen Atlantik und Tienschan: 243-248. - Berlin u.a.
- Lüning, J. (1982):** Siedlung und Siedlungslandschaft in bandkeramischer und Rössener Zeit. - Offa 39: 9-33.
- Lüning, J. (1988):** Frühe Bauern in Mitteleuropa im 6. und 5. Jahrtausend v. Chr.. - Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 35: 27-93.
- Lüning, J. (1995):** Einführung. - In: Biel, J. (ed.) (1995): Anthropogene Landschaftsveränderungen im prähistorischen Südwestdeutschland. - Landesdenkmalamt Baden-Württemberg - Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 30: 7-8. - Stuttgart.
- Lüning, J. (1996):** Erneute Gedanken zur Benennung der neolithischen Perioden. - Germania 74: 233-237.
- Lüning, J. & Meurers-Balke, J. (1980):** Experimenteller Getreideanbau im Hambacher Fichtenforst, Gemeinde Elsdorf, Kr. Bergheim/Rheinland. - Bonner Jahrbücher 1980: 305-344.
- Lüning, J., Schirmer, W., Joachim, H.-E. (1971):** Eine Stratigraphie mit Befunden der Bischheimer Gruppe, der Michelsberger Kultur und der Urnenfelderkultur in Kärlich, Kr. Koblenz. - Prähistorische Zeitschrift 46: 37-101.
- Lüttig, G. (1960):** Zur Gliederung des Auelehms im Flußgebiet der Weser. - Eiszeitalter und Gegenwart 11: 39-50.
- Macklin, M., Passmore, D. & Rumsby, B. (1992):** Climatic and cultural signals in Holocene alluvial sequences: the Tyne basin, northern England. - In: Needham, S. & Macklin, M. (eds): Alluvial archaeology in Britain (= Oxbow Monograph 27): 123-139.
- Mäckel, R. (1969):** Untersuchungen zur jungquartären Flußgeschichte der Lahn in der Gießener Talweitung. - Eiszeitalter und Gegenwart 20: 138-174.
- Mäckel, R. & Zollinger, G. (1995):** Holocene river and slope dynamics in the Black Forest and Upper Rhine Lowlands under the impact of man. - Zeitschrift für Geomorphologie. - Neue Folge. - Supplementband 100: 89-100.
- Macphail, R. (1987):** A review of soil science in archaeology in England. - In: Keeley, H. (ed.): Environmental Archaeology - A regional view II: 332-377.
- Macphail, R., Courty, M. & Gebhardt, A. (1990):** Soil micromorphological evidence of early agriculture in north-west Europe. - World Archaeology 22: 53-69.
- Magny, M. (1982):** Atlantic and Sub-boreal: dampness and dryness. - In: Harding, A. (ed.): Climatic change in later prehistory: 33-43. - Edinburgh.
- Magny, M. (1993):** Holocene fluctuations of lake levels in the French Jura and sub-Alpine ranges, and their implications for past general circulation patterns. - The Holocene 3: 306-313.
- Mahr, A. (1998):** Lockerbraunerden und periglaziale Hangsedimente im Bayerischen Wald. - Regensburger Geographische Schriften 30. - Regensburg, 326 S. u. Anhang.

- Maier, J. (1980):** Geologie, Böden und Bodenerosion des Gebietes um Geiselhöring/Niederbayern. - Diplomarbeit an der Technischen Universität München (unveröffentlicht).
- Maier, J. & Schwertmann, U. (1981):** Das Ausmaß des Bodenabtrags in einer Lößlandschaft Niederbayerns. - Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 58: 189-194.
- Malin-Boyce, S. (1997):** Auf der Suche nach den Häusern: Frühlatènezeitliche Siedlungsspuren auf dem Weltenburger Frauenberg. - In: Rind, M. (ed.): Von Keltenkriegerern und Kirchenmäusen. - Archäologie im Landkreis Kelheim 2 (1994-1996): 137-141, 217 (Literatur). - Regensburg.
- Mangelsdorf, J & Scheurmann, K. (1980):** Flußmorphologie. - München u.a., 262 S.
- Mangerud, J., Andersen, S., Berglund, B. & Donner, J. (1974):** Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. - Boreas 3: 109-128.
- Manske, D. (1981/1982):** Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 164 Regensburg. - Geographische Landesaufnahme 1: 200000. - Naturräumliche Gliederung Deutschlands. - Bonn, 64 S.
- McKeague, J. & Day, J. (1966):** Dithionite and oxalate-extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. - Canadian Journal of Soil Science 46: 13-22.
- Mehra, O. & Jackson, M. (1960):** Iron oxid removal from soil and clays by dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonat. - Clays and Clay Minerals 7: 317-327.
- Mensching, H. (1957):** Bodenerosion und Auelehmbildung in Deutschland. - Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen: 110-114.
- Meyer, B. (1960):** Zeitmarken in der Entwicklung mitteleuropäischer Löß- und Kalksteinböden. - 7th international congress of soil science: 177-183.
- Meyer, B. (1977):** Der Boden als Siedlungsfaktor in historischer Betrachtung. - In: Jankuhn, H., Schützeichel, R. & Schwind, F. (eds.): Das Dorf der Eisenzeit und des frühen Mittelalters. - Siedlungsform - wirtschaftliche Funktion - soziale Struktur: 406-407. - Göttingen.
- Meyer, H. & Kottmeier, C. (1989):** Die atmosphärische Zirkulation im Hochglazial der Weichsel-Eiszeit - abgeleitet von Paläowind-Indikatoren und Modellsimulationen. - Eiszeitalter und Gegenwart 39: 10-18.
- Meyer, R. (1981):** Kreide nördlich der Alpen. - In: Bayerisches Geologisches Landesamt (ed.): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1: 500.000. - 3. neubearbeitete Auflage: 62-78. - München.
- Meyer, R. & Schmidt-Kaler, H. (1994):** Wanderungen in der Erdgeschichte (6). - Unteres Altmühltal und Weltenburger Enge. - München, 152 S.
- Modderman, P. (1976):** Abschwemmung und neolithische Siedlungsplätze in Niederbayern. - Archäologisches Korrespondenzblatt 6: 105-108.
- Modderman, P. (1982):** Bandkeramische Siedlungen in den südlichen Niederlanden und im donaubayerischen Gebiet: zur Umwelt, Verbreitung und Struktur. - Offa 39: 35-38.
- Molde, P. (1991):** Aktuelle und jungholozäne fluviale Geomorphodynamik im Einzugsgebiet des Wendebaches (Südniedersachsen). - Göttinger Geographische Abhandlungen 94. - Göttingen, 107S.
- Moore, D. & Reynolds, J. (1989):** X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. - Oxford, 307 S.
- Moore, P. (1991):** Holocene paludification and hydrological changes as climate proxy data and methods for quantitative climate reconstruction. - In: Frenzel, B. (ed.): Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene. - Paläoklimaforschung 6: 255-269. - Stuttgart u.a.

- Mortensen, H. (1954/55):** Die „quasinatürliche“ Oberflächenformung als Forschungsproblem. - Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst Moritz Arndt-Universität Greifswald, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe, Jahrgang IV: 625-628. - Greifswald.
- Mücher, H. (1986):** Aspects of loess and loess-derived deposits: an experimental and micromorphological approach. - Amsterdam, 270 S.
- Mückenhausen, E. (1966):** Bodenkundliche Deutung des in Gruben verfüllten schwarzbraunen Bodenmaterials im Grabungsfeld Inden/Lamersdorf. - Bonner Jahrbücher 166: 377-378.
- Müller, E. (1982):** Die nacheiszeitliche Bodenentwicklung in den Trockengebieten Nordrhein-Westfalens und der Oberrheinischen Tiefebene und die Eigenschaften tiefhumoser, auch aufgefüllter Böden. - Geologisches Jahrbuch F 11: 9-31.
- Müller, S. (1970):** Historisch datierbare Parabraunerden im Neckarland. - Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 10: 327-331.
- Müller-Westermeier, G. (1990):** Klimadaten der Bundesrepublik Deutschland. Zeitraum 1951-1980. - Offenbach am Main, 289 S.
- Mull, R. (1987) (ed.):** Anthropogene Einflüsse auf den lokalen und regionalen Bodenwasserhaushalt. - Ergebnisse aus dem Schwerpunktprogramm „Anthropogene Einflüsse auf hydraulische Prozesse“ 1. - Weinheim, 106 S.
- Munsell Color Company (1975):** Munsell Soil Color Charts. - Baltimore.
- Nadler, M. (1992):** Aus den Tiefen eines Steinbruchs. Endneolithische und eisenzeitliche Befunde liefern Erkenntnisse zur jüngeren Talgeschichte. - Das archäologische Jahr in Bayern 1992: 42-44.
- Nagler-Zanier, C. (1996):** Mündliche Mitteilung zur Keramik in kolluvialen Sedimenten nördlich des vorgeschichtlichen Siedlungsareals B 17 bei Geiselhöring.
- Natermann, E. (1942):** Die Änderungen der Wasserstände der Weser und ihr Zusammenhang mit der Auelehmbildung des Wesertales. - Die Weser 21.
- Needham, S. (1992):** Holocene alluviation and interstratified settlement evidence in the Thames valley at Runnymede Bridge. - In: Needham, S. & Macklin, M. (eds.): Alluvial archaeology in Britain (= Oxbow Monograph 27): 249-260.
- Needham, S. & Macklin, M. (1992) (eds.):** Alluvial archaeology in Britain (= Oxbow Monograph 27).
- Neef, E. (1967):** Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre. - Gotha, 152 S.
- Neef, E. (1969):** Der Stoffwechsel zwischen Gesellschaft und Natur als geographisches Problem. - Geographische Rundschau 21: 453-459.
- Niederbudde, E. (1975):** Veränderungen von Dreischicht-Tonmineralen durch natives K in holozänen Lößböden Mitteldeutschlands und Niederbayerns. - Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 138: 217-234.
- Niederbudde, E. & Kußmaul, H. (1978):** Tonmineraleigenschaften und -umwandlungen in Parabraunerde-Profilpaaren unter Acker und Wald in Süddeutschland. - Geoderma 20: 239-255.
- Niederbudde, E. & Schwertmann, U. (1980):** Clay mineralogy of soils. - Geologisches Jahrbuch D39: 99-114.
- Nietsch, H. (1955):** Hochwasser, Auenlehm und vorgeschichtliche Besiedlung. - Erdkunde 9: 20-39.
- Niller, H.-P. & Völkel, J. (1994):** Tonminerale von Waldböden des Lößgebietes von Regensburg in Abhängigkeit vom Aziditätsmilieu und vom Bestockungsgrad. - DTTG-Berichte zur Jahrestagung Regensburg: 66-77.

- Niller, H.-P., Heine, K. & Nuber, T. (1997):** Prähistorische anthropogene Landschaftsveränderungen auf dem Weltenburger Frauenberg - Geomorphologische und sedimentologische Befunde. - In: Rind, M. (ed.): Von Keltenkriegern und Kirchenmäusen. - Archäologie im Landkreis Kelheim 2 (1994-1996): 82-88, 214 (Literatur). - Regensburg.
- Nuber, T. (1996):** Geomorphologische und bodenkundliche Untersuchungen zur Landschaftsgeschichte des Bogenberges bei Straubing/Niederbayern. - Diplomarbeit am Institut für Geographie der Universität Regensburg (unveröffentlicht). - Regensburg, 106 S.
- Oschmann, F. (1958):** Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000. - Blatt 7038 Bad Abbach. - München, 184 S.
- Otremba, E. (1955):** Fränkische Alb. - In: Meynen, E. & Schmithüsen, J. (1953-1962) (eds.): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands: 146-150. - Remagen.
- Paetzold, D. (1992):** Bemerkungen zum Siedlungsverhalten neolithischer bis latènezeitlicher Bevölkerungen zwischen Regensburg und Deggendorf. - Bayerische Vorgeschichtsblätter 57: 77-102.
- Pätzold, J. (1983):** Die vor- und frühgeschichtlichen Geländedenkmäler Niederbayerns. - Materialhefte zur Bayerischen Vorgeschichte B (Inventare der Geländedenkmäler) 2. - Kallmünz, 403 S. und Abbildungsband.
- Passarge, S. (1933):** Einführung in die Landschaftskunde. - Leipzig, 99 S.
- Patzelt, G. (1977):** Der zeitliche Ablauf und das Ausmaß postglazialer Klimaschwankungen in den Alpen. - In: Frenzel, B. (ed.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa (= Erdwissenschaftliche Forschung 13): 249-259. - Wiesbaden.
- Patzelt, G. (1987):** Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Schwemmkegel- und Talentwicklung in Tirol. - 1. Teil: Das Inntal zwischen Mötztal und Wattens. - Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum 66: 93-123. - Innsbruck.
- Pearson, G. & Stuiver, M. (1993):** High-precision bidecadal calibration of the radiocarbon time scale, 500-2500 BC. - Radiocarbon 35: 25-33.
- Pécsi, M. & Richter, G. (1996):** Löss: Herkunft - Gliederung - Landschaften. - Zeitschrift für Geomorphologie. - Neue Folge Supplement 98. - Berlin u. Stuttgart, 381 S.
- Pfeffer, K.-H. (1989):** Ökologische Ausstattung und anthropogene Veränderung der Naturlandschaft im Umland der Stadt Kerpen/Rheinland. - Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten D10: 85-94.
- Pfister, C. (1988):** Klimageschichte der Schweiz 1525-1860. - 3. Auflage. - Academica Helvetica 6. - Bern, Bd. 1: 184 S. u. Anhang, Bd. 2: 163 S. u. Anhang.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R. & Blair, R. (1995):** Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. - Science 267: 1117-1123.
- Pirazzoli (1991):** World atlas of Holocene sea-level changes. - Elsevier oceanography series 58.- Amsterdam, 300 S.
- Platon:** Kritias. - nach der Übersetzung von F. Schleiermacher & H. Müller. - Platon. - Sämtliche Werke 5. - Hamburg (1959).
- Poser, H. (1948):** Boden- und Klimaverhältnisse in Mitteleuropa während der Würmeiszeit. - Erdkunde 2: 53-68.
- Poser, H. & Müller, T. (1951):** Studien an den asymmetrischen Tälern des Niederbayerischen Hügellandes. - Nachrichten der Akademie der Wissenschaften Göttingen. - Mathematisch-Physikalische Klasse, biologisch-physiologisch-chemische Abteilung 1: 1-32.
- Probst, E. (1996):** Deutschland in der Bronzezeit. - München, 559 S.

- Rathjens, C. (1979):** Die Formung der Erdoberfläche unter dem Einfluß des Menschen. - Grundzüge der anthropogenetischen Geomorphologie. - Stuttgart, 160 S.
- Reichelt, G. (1953):** Über den Stand der Auelehmforschung in Deutschland. - Petermanns Geographische Mitteilungen 97: 245-261.
- Reichenberger, A. (1993):** Zur Interpretation der spätlätènezeitlichen Viereckschanzen. - Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 40: 353-396.
- Reichenberger, A. (1994):** Keltische Heiligtümer in Süddeutschland. Zum Stand der Viereckschanzenforschung. - Vorträge 12. Niederbayerischer Archäologentag: 169-206. - Deggendorf.
- Reichenberger, A. & Schaich, M. (1996):** Vorbericht zur Ausgrabung der Viereckschanze von Plattling-Pankofen, Lkr. Deggendorf. - Vorträge 14. Niederbayerischer Archäologentag: 83-153. - Deggendorf.
- Reichold, O. (1992):** Die neolithische und bronzezeitliche Besiedlung des Frauenberges oberhalb Kloster Weltenburg, Landkreis Kelheim, Niederbayern. - Dissertation an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. - Nürnberg, 447 S und Anhang.
- Reim, H. (1995):** Archäologie und Sedimentation in der Talaue des Neckars bei Rottenburg, Kr. Tübingen. - Die ältestbandkeramische Siedlung im „Lindele“. - In: Biel, J. (ed.) (1995): Anthropogene Landschaftsveränderungen im prähistorischen Südwestdeutschland. - Landesdenkmalamt Baden-Württemberg - Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 30: 54-59. - Stuttgart.
- Renfrew, C. (1983):** Geography, Archaeology and Environment: I. Archaeology. - The Geographical Journal 149: 316-323.
- Renner, F. (1982):** Beiträge zur Gletschergeschichte des Gotthardgebietes und dendro-klimatologische Analysen an fossilen Hölzern. - Physische Geographie 8. - Zürich, 166 S.
- Richter, G. (1965):** Bodenerosion - Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. - Forschungen zur deutschen Landeskunde 152. - Bad Godesberg, 592 S.
- Richter, G. (1976):** Bodenerosion in Mitteleuropa. - Wege der Forschung 430. - Darmstadt, 559 S.
- Richter, G. (1987):** Investigations of soil erosion in Europe.- In: Burnham, C. & Pitman, J. (eds.): "Soil Erosion", Seesoil 3: 14-27.
- Richter, G. & Sperling, W. (1967):** Anthropogen bedingte Dellen und Schluchten in der Lößlandschaft. - Mainzer naturwissenschaftliches Archiv 5/6: 136-176.
- Riedhammer, K. (1997):** Mündliche Mitteilung zum Stand der archäologischen Bearbeitung der Ausgrabungen im Baugebiet B 17.
- Rind, M. (1994a):** Der Frauenberg bei Kelheim - Agonie eines Denkmalensembles. - Vorträge 12. Niederbayerischer Archäologentag: 149-168. - Deggendorf.
- Rind, M. (1994b):** Ein Siedlungsbefund der frühen Münchshöfener Kultur vom Weltenburger Frauenberg, Stadt Kelheim. - In: Rind, M. (Mitarb.): Scherben, Schädel, Schratzellöcher. - Archäologie im Landkreis Kelheim 1 (1991-1993): 44-47. - Regensburg.
- Rind, M. (1994c):** Zum Stand der Ausgrabungen auf dem Weltenburger Frauenberg, Stadt Kelheim. - In: Rind, M. (Mitarb.): Schädel, Scherben, Schratzellöcher. - Archäologie im Landkreis Kelheim 1 (1991-1993): 50-59.- Regensburg.
- Rind, M. (1995):** Vorbericht über Ausgrabungen an den Wallanlagen vom Weltenburger Frauenberg 1994, Ndb. - Katalog des Gäubodenmuseums Straubing: Ausgrabungen und Funde in Altbayern 1991-94: 69-71.
- Rind, M. (1997a):** Archäologische Kulturen in Niederbayern. - In: Rind, M. (ed.): Von Keltenkriegern und Kirchenmäusen. - Archäologie im Landkreis Kelheim 2 (1994-1996): 22-25. - Regensburg.

- Rind, M. (1997b):** Ausgrabungen an den Wallanlagen der befestigten Höhensiedlung von Weltenburg 1994-1995. - In: Rind, M. (ed.): Von Keltenkrieger und Kirchenmäusen. - Archäologie im Landkreis Kelheim 2 (1994-1996): 78-81, 214 (Literatur). - Regensburg.
- Roberts, N. (1996):** The human transformation of the Earth's surface. - International Social Science Journal 48 (150): 493-510.
- Rocznik, K. (1960):** Wetter und Klima in Bayern. - Nürnberg, 194 S.
- Rocznik, K. (1965):** Die Windverhältnisse in der Regensburger Bucht. - Meteorologische Rundschau 18: 149-151.
- Rohdenburg, H. (1970):** Morphodynamische Aktivitäts- und Stabilitätszeiten statt Pluvial- und Interpluvialzeiten. - Eiszeitalter und Gegenwart 21: 81-96.
- Rohdenburg, H. (1978):** Zur Problematik der spätglazialen und holozänen Bodenbildung in Mitteleuropa. - In: Nagl, H. (ed.): Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung: 467-472. - Wien.
- Rohdenburg, H. (1990):** Landschaftsökologie - Geomorphologie. - Catena-Paperback. - Cremlingen-Destedt, 220 S.
- Rohdenburg, H. & Meyer, B. (1968):** Zur Datierung und Bodengeschichte mitteleuropäischer Oberflächenböden (Schwarzerde, Parabraunerde, Kalksteinbraunlehm): Spätglazial oder Holozän? - Göttinger Bodenkundliche Berichte 6: 127-212.
- Rohdenburg, H., Meyer, B., Willerding, U. & Jankuhn, H. (1962):** Quartärgeomorphologische, bodenkundliche, paläobotanische und archäologische Untersuchungen an einer Löß-Schwarzerde-Insel mit einer wahrscheinlich spätneolithischen Siedlung im Bereich der Göttinger Leineau. - Göttinger Jahrbuch 10: 36-56.
- Rohdenburg, H., Sabelberg, U. & Havelberg, G. (1975):** Die geomorphologische und bodenkundliche Situation im Bereich des Eltersberges. - Fundberichte aus Hessen 15: 205-212.
- Rohr, W. (1991):** Bodenabtrag und Verlagerung von Nährstoffen. - Regio Basiliensis 32: 15-22.
- Rother, N. (1989a):** Holozäne Erosion und Akkumulation im Ilmetal, Südniedersachsen. - Bayreuther Geowissenschaftliche Arbeiten 14: 87-94.
- Rother, N. (1989b):** Holozäne fluviale Morphodynamik im Ilmetal und an der Nordostabdachung des Sollings (Südniedersachsen). - Göttinger Geographische Abhandlungen 87. - Göttingen, 103S.
- Rousseau, D.-D., Limondin, N. & Puisségur, N.-N. (1991):** Palaeomalacological proxy data for European Holocene climates. - In: Frenzel, B. (ed.): Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene. - Paläoklimaforschung 6: 159-169. - Stuttgart u.a.
- Rulf, J. (1982):** Die Linearbandkeramik in Böhmen und die geographische Umwelt. - In: Archäologisches Institut der Slowakischen Akademie der Wissenschaften (ed.): Siedlungen der Kultur mit Linearbandkeramik in Europa: 247-259.
- Runia, L. (1988):** So-called secondary podzolization in barrows. - In: Groenman-van Waateringe, W. (ed.): Man-made soils (= BAR International Series 410): 129-141.
- Rust, U. (1978):** Die Reaktion der fluvialen Morphodynamik auf anthropogenen Entwaldung östlich Chalkis (Insel Euböa - Mittelgriechenland). - Zeitschrift für Geomorphologie. - Neue Folge. - Supplementband 30: 183-203.
- Rutte, E. (1971):** Geologischer Führer Weltenburger Enge. - Kelheim, 56 S.
- Rutte, E. (1992):** Bayerns Erdgeschichte. - 2. Auflage. - München, 304 S.
- Sabel, K.-J. (1982):** Ursachen und Auswirkungen bodengeographischer Grenzen in der Wetterau (Hessen). - Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten D 3. - Frankfurt a.M., 116 S.

- Sabel, K.-J. (1983):** Die Bedeutung der physisch-geographischen Raumausrüstung für das Siedlungsverhalten der frühesten Bandkeramik in der Wetterau (Hessen). - *Prähistorische Zeitschrift* 58: 158-172.
- Sänger, G. (1962):** Postglaziale Sedimente mit urgeschichtlichen Funden im Greißlaubachtal bei Weißenfels. - *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte* 46: 7-13.
- Saile, T. (1993):** Holozäner Bodenabtrag im Bereich einer bandkeramischen Siedlung am Rande des Reinheimer Beckens bei Wembach (Hessen). - *Archäologisches Korrespondenzblatt* 23: 187-196.
- Saile, T. (1996):** Untersuchungen zur ur- und frühgeschichtlichen Besiedlung der nördlichen Wetterau. - *Archäologisches Nachrichtenblatt* 1: 194-196.
- Saile, T. (1997):** Landschaftsarchäologie in der nördlichen Wetterau (Hessen): Umfeldanalysen mit einem geographischen Informationssystem (GIS). - *Archäologisches Korrespondenzblatt* 27: 221-232.
- Sanchez, M. (1989):** Untersuchungen zum Holozän im unteren Regental. - Diplomarbeit am Institut für Geographie der Universität Regensburg. - Regensburg, 100 S. u. Anhangband (unveröffentlicht).
- Scaife, R., & Burrin, P. (1992):** Archaeological interferences from alluvial sediments: some findings from southern England. - In: Needham, S. & Macklin, M. (eds.): *Alluvial archaeology in Britain (= Oxbow Monograph 27)*: 75-91.
- Schaich, M., Böhm, K. & Meixner, G. (1994):** Die Ausgrabungen im Baugebiet B17 in Geiselhöring, Landkreis Straubing-Bogen, Niederbayern. - *Das archäologische Jahr in Bayern* 1994: 41-48.
- Schalich, J. (1978):** Die römische Wasserleitung im Merzbachtal als Zeitmarke in der Boden- und Landschaftsgeschichte. - *Fortschritte der Geologie des Rheinlandes und Westfalens (Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.)* 28: 477-485.
- Schalich, J. (1980):** Die Bodenverhältnisse im Versuchsgelände. - In: Lünig, J. & Meurers-Balke, J.: *Experimenteller Getreideanbau im Hambacher Fichtenforst, Gemeinde Elsdorf, Kr. Bergheim/Rheinland*. - *Bonner Jahrbücher* 1980: 317-319.
- Schalich, J. (1988):** Boden- und Landschaftsgeschichte. - In: Boelicke, U., von Brandt, D., Lünig, J., Stehli, P. & Zimmermann, A.: *Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 8 (= Rheinische Ausgrabungen 28)*: 19-29. - Köln.
- Schauer, P. (1994):** Antike Randkulturen. Der Einfluß mittelmeerischer Luxuswelten verändert bäuerlich-prähistorische Lebensformen. - *Blick in die Wissenschaft* 4. - *Forschungsmagazin der Universität Regensburg*: 22-27.
- Schauer, P. (1995):** Stand und Aufgabe der Urnenfelderforschung in Süddeutschland. - *Beiträge zur Urnenfelderzeit nördlich und südlich der Alpen*. - *Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 35: 121-199. - Mainz.
- Schauer, P. (1996):** Paläoökosystem- und Geschichtsforschung auf dem Bogenberg und in seinem Umfeld, Lkr. Straubing-Bogen, Niederbayern. - In: Heine, K., Schauer, P., Rind, M., Reichenberger, A., Niller, H.-P. & Nuber, T.: *Führer mit Materialien zur Exkursion „Prähistorische Landschaftsveränderungen im Lößgebiet bei Regensburg.“ (18.06.1996)*. - DFG-Kolloquium „Kolluvien, Hangsedimente und Böden“ im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogrammes „Wandel der Geo-Biosphäre während der letzten 15.000 Jahre. Kontinentale Sedimente als Ausdruck sich verändernder Umweltbedingungen.“ - Regensburg: 16-17 (unveröffentlicht).
- Scheffer, F. & Meyer, B. (1958):** Bodenkundliche Untersuchungen an neolithischen Siedlungsprofilen des Göttinger Leinegrabens. - *Göttinger Jahrbuch* 1958: 3-19.
- Scheffer, F. & Meyer, B. (1963):** Berührungspunkte der archäologischen und bodenkundlichen Forschung. - *Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen* 1: 1-18.

- Scheffer, F. & Meyer, B. (1964):** Ergebnisse pedologischer Untersuchungen an der Grabungsfläche Rosdorf. - Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen 2: 72-88.
- Scheffer, F. & Schachtschabel, P. (1992):** Lehrbuch der Bodenkunde. - 13. Auflage. - Stuttgart, 491 S.
- Schellmann, G. (1990):** Fluviale Geomorphodynamik im jüngeren Quartär des unteren Isar- und angrenzenden Donautales. - Düsseldorfer Geographische Schriften 29. - Düsseldorf, 131 S.
- Schellmann, G. & Radtke, U. (1993):** Bodenbildungen und Schwermetallverteilung im Würmlöß des niederbayerischen Donautales. - Düsseldorfer Geographische Schriften 31: 97-115.
- Schieber, M. (1984):** Bau, Formen und Eigenschaften der Landschaften um Regensburg. - In: Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland 5: 11-27.
- Schier, W. (1985):** Zur vorrömischen Besiedlung südöstlich von Regensburg, mit einem Beitrag von J. Boessneck und J. Schäffer. - Bayerische Vorgeschichtsblätter 50: 9-80.
- Schirmer, W. (1983a):** Symposium „Franken“: Ergebnisse zur holozänen Talentwicklung und Ausblick. - Geologisches Jahrbuch A71: 355-370.
- Schirmer, W. (1983b):** Die Talentwicklung an Main und Regnitz seit dem Hochwürm. - Geologisches Jahrbuch A71: 11-43.
- Schirmer, W. (1988):** Holocene valley development on the Upper Rhine and Main. - In: Lang, G. & Schlüchter, C. (eds.): Lake, Mire and River Environments: 153-160. - Rotterdam.
- Schirmer, W. (1990) (ed.):** Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. - deuqua-Führer 1, Hannover, 295 S.
- Schirmer, W. (1995):** Valley bottoms in the late Quaternary. - Zeitschrift für Geomorphologie. - Neue Folge. - Supplementband 100: 27-51.
- Schlichting, E. & Blume, H.-P. (1966):** Bodenkundliches Praktikum. - Hamburg u. Berlin, 209 S.
- Schmidt, F. (1992):** Bodenlandschaften des Tertiärhügellandes, der Iller-Lech-Platte und des Donautales. - In: Bayerisches Geologisches Landesamt (ed.): Die Böden Bayerns. - Datenhandbuch für die Böden des Tertiärhügellandes, der Iller-Lech-Platte und des Donautales: 28-40. - München.
- Schmidt, F. (o.J.):** Bodenkundliche Profilaufnahmen auf Blatt 7140 Geiselhöring (TK 25) (unveröffentlicht).
- Schmidt, K.-H. (1984):** Der Fluß und sein Einzugsgebiet. - Wiesbaden, 108 S.
- Schmidt, R. (1991):** Genese und anthropogene Entwicklung der Bodendecke am Beispiel einer typischen Bodencatena des Norddeutschen Tieflandes. - Petermanns Geographische Mitteilungen 135: 29-37.
- Schmidt-Kaler, H. (1968):** Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000. - Blatt Nr. 7136 Neustadt an der Donau. - München, 167 S.
- Schmithüsen, J. (1976):** Allgemeine Geosynergetik: Grundlagen der Landschaftskunde. - Lehrbuch der allgemeinen Geographie 12. - Berlin u. New York. - 349 S.
- Schmithüsen, J. (1986):** Die natürliche Lebenswelt Mitteleuropas. (= Erdkundliches Wissen 79). - Wiesbaden u. Stuttgart, 71 S.
- Schmotz, K. (1981):** Ein Bestattungsplatz der Urnenfelderzeit vom Natternberg, Stadt Deggendorf, Landkreis Deggendorf, Niederbayern. - Das archäologische Jahr in Bayern 1981: 90-91.
- Schmotz, K. (1989):** Die vorgeschichtliche Besiedlung im Isarmündungsgebiet. - Materialhefte zur Bayerischen Vorgeschichte A 58. - Kallmünz, 467 S.

- Schönhals, E. (1960):** Spät- und nacheiszeitliche Entwicklungsstadien von Böden aus äolischen Sedimenten in Westdeutschland. - 7th international congress of soil science: 283-290.
- Schönhals, E., Rohdenburg, H. & Semmel, A. (1964):** Ergebnisse neuerer Untersuchungen zur Würmlößgliederung in Hessen. - *Eiszeitalter und Gegenwart* 15: 199-206.
- Schönweiß, W. (1967):** Mittelsteinzeit in Franken. - *Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg* 34. - Nürnberg, 59 S.
- Schopper, F. (1989):** Neue Ausgrabungen in der urnenfelderzeitlichen Siedlung von Thalmassing. - *Das archäologische Jahr in Bayern* 1989: 87-89.
- Schröder, D. (1979):** Bodenentwicklung in spätpleistozänen und holozänen Hochflutlehmen des Niederrheines. - Bonn, 296 S.
- Schüepf, M. (1991):** Klima-Aufzeichnungen in alten Schweizer Reihen. - In: Frenzel, B. (ed.): *Klimageschichtliche Probleme der letzten 130.000 Jahre*. - *Paläoklimaforschung* 1: 111-125, Stuttgart u.a.
- Schultze, J. (1952):** Die Bodenerosion in Thüringen. - *Petermanns Geographische Mitteilungen, Ergänzungsheft* 247. - Gotha, 181 S.
- Schultz-Klinken, K.-R. (1981):** Haken, Pflug und Ackerbau. - *Ackerbausysteme des Saarfurchen- und Saarbettbaus in urgeschichtlicher und geschichtlicher Zeit sowie ihr Einfluß auf die Bodenentwicklung*. - *Schriftenreihe für das Deutsche Landwirtschaftsmuseum* 1. - Hildesheim, 63 S. u. Anhang.
- Schumm, S. (1979):** Geomorphic thresholds: The concept and its applications. - *Institute of British Geographers. - New Series* 4: 485-515.
- Schwarzmeier, J. (1981):** Tektonik der süddeutschen Großscholle. - In: *Bayerisches Geologisches Landesamt (ed.): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern* 1: 500.000. - 3. neubearbeitete Auflage: 97-100. - München.
- Schweingruber, F. (1990):** *Mikroskopische Holzanatomie*. - 3. Auflage. - Birmensdorf, 226 S.
- Schwerd, K. & Unger, H.-J. (1981):** Molassebecken. - In: *Bayerisches Geologisches Landesamt (ed.): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern* 1: 500.000. - 3. neubearbeitete Auflage: 88-95. - München.
- Schwertmann, U. (1964):** Differenzierung des Eisenoxids des Bodens durch Extraktion mit Ammoniumoxalat-Lösung. - *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde* 105: 194-202.
- Schwertmann, U. (1977):** Bodenerosion. - *Geologische Rundschau* 66: 770-782.
- Schwertmann, U. (1981):** Die Vorausschätzung des Bodenabtrags durch Wasser in Bayern. - München, 55 S.
- Schwertmann, U., Vogl, W. & Kainz, M. (1987):** *Bodenerosion durch Wasser*. - Stuttgart, 64 S.
- Seeland, K. (1993):** Der Wald als Kulturphänomen - von der Mythologie zum Wirtschaftsobjekt. - *Geographica Helvetica* 48: 61-66.
- Seibert, P. (1968):** Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1:500.000 mit Erläuterungen. - *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 3. - Bad Godesberg, 84 S.
- Semmel, A. (1968):** Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen. - *Frankfurter geographische Hefte* 45. - Frankfurt, 133 S.
- Semmel, A. (1984):** Bodengeographie als geographische Disziplin. - *Geographische Rundschau* 36: 316-324.
- Semmel, A. (1990):** Geoökologische Auswirkungen der Bodenerosion im Frankfurter Umland. - *Rhein-Mainische Forschungen* 107: 9-23.

- Semmel, A. (1993):** Bodenerosionsschäden unter Wald.- Beispiele aus dem Kristallinen Odenwald und dem Taunus. - Jahresbericht der Wetterauer Gesellschaft für Naturkunde 144/145: 5-15.
- Semmel, A. (1995):** Bodenkundliche Hinweise auf Ackernutzung und intensive Bodenerosion um 8000 B.P. im Rhein-Main-Gebiet. - Archäologisches Korrespondenzblatt 25: 157-163.
- Semmel, A. (1996a):** Geomorphologie der Bundesrepublik Deutschland. - 5. Auflage. - Stuttgart, 199 S.
- Semmel, A. (1996b) (ed.):** Pleistozäne und holozäne Böden aus Lößsubstraten am Nordrand der Oberrheinischen Tiefebene. - Exkursionsführer zur 15. Tagung des Arbeitskreises für Paläopedologie der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft vom 16. -18.5.96 in Hofheim am Taunus. - Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten D 20. - Frankfurt a.M., 144 S.
- Semmel, A. (1996c):** Bodenentwicklung auf einer Flurwüstung am Kartaus östlich Wiesbaden-Breckenheim. - Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten D 20: 75-78.
- Semmel, A. & Poetsch, T. (1996a):** Bodenentwicklung auf einer Flurwüstung am Eselsweg westlich Hofheim a. Ts.- Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten D 20: 79-83.
- Semmel, A. & Poetsch, T. (1996b):** Bodenentwicklung auf einem hallstattzeitlichen Hügelgrab östlich Nauheim bei Groß-Gerau. - Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten D 20: 71-73.
- Seuffert, O. (1993):** Bodenerosion als ökologischer Faktor und wissenschaftliches Problem. - Petermanns Geographische Mitteilungen 137: 275-282.
- Sielmann, B. (1971):** Zur Interpretationsmöglichkeit ökologischer Befunde im Neolithikum Mitteleuropas. - Germania 49: 231-238.
- Slager, S. & van de Wetering, H. (1977):** Soil formation in archaeological pits and adjacent loess soils in Southern Germany. - Journal of Archaeological Science 4: 259-267.
- Smolikova, L. & Lozek, V. (1973):** Der Bodenkomplex von Valky Hubenov als Beispiel einer retrograden Bodenentwicklung in der Nacheiszeit. - Casopis pro mineralogii a geologii 18: 365-377.
- Smolikova, L. & Lozek, V. (1978):** Die nacheiszeitlichen Bodenabfolgen von Polpze und Štefí als Beleg der Boden- und Landschaftsentwicklung im böhmischen Tscherno-semgebiet. - In: Nagl, H. (ed.): Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung: 531-550. - Wien.
- Smolla, G. (1954):** Der „Klimasturz“ um 800 vor Chr. und seine Bedeutung für die Kulturentwicklung in Südwestdeutschland. - In: Festschrift für Peter Goessler. Tübinger Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte: 168-186, Stuttgart.
- Smolla, G. (1974):** Prähistorische Bevölkerungszahlen. - In: Bernhard, W. & Kandler, A. (eds.): Bevölkerungsbiologie: 333-343. - Stuttgart.
- Spindler, K. (1981):** Die Archäologie des Frauenberges von den Anfängen bis zur Gründung des Klosters Weltenburg. - Regensburg, 186 S.
- Stalling, H. (1987):** Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Bayerischen Wald. - Dissertationes Botanicae 105. - Berlin u. Stuttgart, 201 S.
- Starkel, L. (1984):** The reflection of abrupt climatic changes in the relief and sequence of continental deposits. - In: Mörner, N.-A. & Karlén, W. (eds.): Climatic Changes on a Yearly to Millennial Basis: 135-146.
- Starkel, L. (1985):** Lateglacial and postglacial history of river valleys in Europe as a reflection of climatic changes. - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie 21: 159-164.

- Starkel, L. (1991a):** Fluvial Environments as a source of information on climatic changes and human impact in Europe.- In: Frenzel, B. (ed.): Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene. - Paläoklimaforschung 6: 241-254. - Stuttgart u.a., 309 S.
- Starkel, L. (1991b):** Environmental changes at the Younger Dryas-Preboreal transition and during the early Holocene: some distinctive aspects in central Europe. - The Holocene 1: 234-242.
- Starkel, L. (1991c):** Long distance correlation of fluvial events in the Temperate zone. - In: Starkel, L., Gregory, K. & Thornes, J. (eds.): Temperate Palaeohydrology. Fluvial processes in the Temperate zone during the last 15000 years: 473-495.
- Starkel, L. (1992):** The feedback mechanism between the environmental systems and the behaviour of prehistoric man. - In: Frenzel, B. (ed.): Evaluation of land surfaces cleared from forest by prehistoric man in Early Neolithic times and the times of migrating Germanic tribes. - Paläoklimaforschung 8: 25-37. - Stuttgart u.a.
- Stäuble, H. (1995):** Archäologischer Kommentar zu ¹⁴C-Daten von altholozänen Böden im Rhein-Main-Gebiet. - Archäologisches Korrespondenzblatt 25: 165-168.
- Stephan, S. (1981):** Zur Mikromorphologie der Tonverlagerung im Alluvium des Niederrheins. - Sonderveröffentlichungen des Geologischen Institutes der Universität Köln 41: 243-247.
- Stephan, S. (1993):** Mikromorphologie und Genese von Böden auf den Niederterrassen des Niederrheingebietes und der Kölner Bucht. - Eiszeitalter und Gegenwart 43: 67-86.
- Stephan, S. (1996):** Substratschichtung und finale Bodenerosion in Westdeutschland. - In: Felix-Henningsen, P. (ed.): Böden als Zeugen der Landschaftsentwicklung: 29-36.
- Strautz, W. (1959):** Früheisenzeitliche Siedlungsspuren in einem älteren Auenlehm des Wesertales bei Wellie (Kreis Nienburg). - Die Kunde. - Neue Folge 10: 69-86.
- Strautz, W. (1963):** Auelehmbildung und -gliederung im Weser- und Leinetal mit vergleichenden Zeitbestimmungen aus dem Flußgebiet der Elbe. - Beiträge zur Landschaftspflege 1: 273-314.
- Stroh, A. (1975):** Die vor- und frühgeschichtlichen Geländedenkmäler der Oberpfalz. - Materialhefte zur Bayerischen Vorgeschichte B (Inventar der Geländedenkmäler) 3. - Kallmünz, 371 S. und Abbildungsband.
- Strunk, H. (1989):** Aspects of the Quaternary in the tertiary hills of Bavaria. - Catena. - Supplement Band 15: 189-295.
- Strunk, H. (1990):** Das Quartärprofil von Hagelstadt im Bayerischen Tertiärhügelland. - Eiszeitalter und Gegenwart 40: 85-96.
- Strunk, H., Buch, W., Hilgart, M. & Hagemeier, B. (1996):** Neue Befunde zur Gliederung der Riß- und Würm-Löss im Donautal bei Regensburg, dargestellt an der Typlokalität „Napoleonstein“. - In: Felix-Henningsen, P. (ed.): Böden als Zeugen der Landschaftsentwicklung: 67-76. - Kiel.
- Stuiver, M. & Pearson, G. (1993):** High-precision bidecadal calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-500 BC and 2500-6000 BC. - Radiocarbon 35: 1-23.
- Stuiver, M., Grootes, P. & Braziunas, T. (1995):** The GISP $\delta^{18}\text{O}$ Record of the past 16500 years and the role of the sun, ocean and volcanoes. - Quaternary Research 44: 341-354.
- Tackenberg, K. (1937):** Beiträge zur Landschafts- und Siedlungskunde der sächsischen Vorzeit. - Beiträge zur Siedlungskunde des mitteldeutschen Ostens 1937: 15-37.
- Thiemeyer, H. (1988):** Bodenerosion und holozäne Dellenentwicklung in hessischen Lößgebieten. - Rhein-Mainische Forschungen 105. - Frankfurt a.M., 174 S.
- Thiemeyer, H. (1989a):** Landschaftsgeschichte und bodenkundliche Befunde eines bandkeramischen Siedlungsplatzes bei Bruchenbrücken/Wetterau. - Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten D 10: 31-42.

- Thiemeyer, H. (1989b):** Holozäne Dellenentwicklung durch Bodenerosion - Beispiele aus Lößgebieten. - Bayreuther Geowissenschaftliche Arbeiten 14: 95-102.
- Thomas, J. (1993):** Untersuchungen zur holozänen fluvialen Geomorphodynamik an der oberen Oberweser. - Göttinger Geographische Abhandlungen 98. - Göttingen, 111 S. u. Anhang.
- Thornes, J. (1983):** Geography, Archaeology and Environment: III. Geomorphology, Archaeology and Recursive Ignorance. - The Geographical Journal 149: 326-333.
- Thorpe, I. (1996):** The origins of agriculture in Europe. - London u. New York, 224 S.
- Tillmanns, W. (1977):** Zur Geschichte von Urmain und Urdonau zwischen Bamberg, Neuburg/Donau und Regensburg. - Sonderveröffentlichung des Geologischen Institutes der Universität zu Köln 30. - Köln, 198 S.
- Tippkötter, R. (1979):** Nachweis und Verbreitung von Schwarzerde-Kolluvien im westlichen Teil der Braunschweig-Hildesheimer Börde. - Hannover, 202 S.
- Torbrügge, W. (1984):** Die Landschaften um Regensburg in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. - In: Rieckhoff-Pauli, S. & Torbrügge, W. (eds.): Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland 5: 28-121.
- Tributh, H. (1976):** Die Umwandlung von Dreischichtmineralen im Böden aus Löß.- Mitteilungen der deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 18: 413-418.
- Tributh, H. (1991):** Qualitative und „quantitative“ Bestimmung der Tonminerale in Bodentonen. - In: Tributh, H. & Lagaly, G. (1991) (eds.): Identifizierung und Charakterisierung von Tonmineralen. - Berichte der Deutschen Ton- und Tonmineralgruppe: 37-55.
- Tributh, H. & Lagaly, G. (1991) (eds.):** Identifizierung und Charakterisierung von Tonmineralen. - Berichte der Deutschen Ton- und Tonmineralgruppe, 162 S.
- Trimble, S. (1990):** Geomorphic effects of vegetation cover and management: Some time and space considerations in prediction of erosion and sediment yield. - In: Thornes, J. (ed.): Vegetation and Erosion - Processes and Environments: 55-66. - Chichester u.a.
- Ulrich, B. (1983):** Stabilität von Waldökosystemen unter dem Einfluß des „sauren Regens“. - Allgemeine Forstzeitung 38: 670-677.
- Unger, H.-J. (1983):** Geologische Karte von Bayern 1: 50.000. - Erläuterungen zu Blatt Nr. L 7342 Landau an der Isar. - München, 141 S.
- Unger, H.-J. (1985):** Die erdgeschichtliche Entwicklung des Donaufales um Künzing im Quartär. - In: Archäologische Denkmalpflege in Niederbayern. 10 Jahre Außenstelle des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege in Landshut (1973-1983) (= Arbeitsheft 26 des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege): 14-19. - München.
- Unger, H.-J. (1991):** Geologische Karte von Bayern. - 1:50.000. - Erläuterungen zu Blatt Nr. L 7538 Landshut. - München 213 S.
- Urz, R. (1995):** Jung-Quartär im Auenbereich der mittleren Lahn. - Dissertation Universität Marburg. - Fachbereich Geowissenschaften. - Marburg, 198 S. u. Anhang.
- van Andel, T., Zangger, E. & Demitrack, A. (1990):** Land use and soil erosion in prehistoric Greece. - Journal of Field Archaeology 17: 379-396.
- van Eimern, J. (1966):** Klima. - In: Hofmann, B.: Erläuterungen zur Bodenkarte von Bayern 1:25.000. - Blatt Nr. 7439 Landshut-Ost: 9-11. - München.
- van Geel, B., Buurmann, J. & Waterbolk, H. (1996):** Archaeological and palaeological indications of an abrupt climate change in The Netherlands, and evidence for climatological teleconnections around 2650 BP. - Journal of Quaternary Sciences 11: 451-460.
- van Vliet-Lanoë, B. (1991):** Late Glacial and Holocene pedogenesis: the response to human activities. - In: Frenzel, B. (ed.): Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene. - Paläoklimaforschung 6: 227-240. - Stuttgart u.a.

- Vandenbergh, J., Paris, P., Kasse, C., Gouman, M. & Beyens, L. (1984):** Palaeomorphological and -botanical evolution of small lowland valleys. - A case study of the Mark valley in Northern Belgium. - *Catena* 11: 229-238.
- Vangerow, H.-H. (1985):** Politik und Wirtschaft in ihrer Auswirkung auf den ostbayerischen Wald seit dem 15. Jahrhundert. - Vortrag anlässlich der 20. Landestagung des Bayerischen Forstvereins vom 16. - 18. Oktober 1985 (unveröffentlicht).
- Vasatko, J. & Lozek, V. (1973):** Der holozäne Bodenkomplex von Pavlov und seine Bedeutung für die Landschaftsgeschichte des süd-mährischen Tschernosemgebietes. - *Zprávy Geografického ústavu CSAV* 10: 1-10.
- Veerhoff, M. (1992):** Silicatverwitterung und Veränderung des Tonmineralbestandes in Waldböden als Folge von Versauerungsvorgängen. - *Bonner bodenkundliche Abhandlungen* 8. - Bonn, 249 S.
- Veit, H. (1993):** Holocene solifluction in the Austrian and southern Tyrolean Alps: Dating and climatic implications. - In: Frenzel, B. (ed.): Solifluction and climatic variation in the Holocene. - *Paläoklimaforschung* 11: 23-32. - Stuttgart u.a.
- Vita-Finzi, C. (1969):** The Mediterranean valleys. - Cambridge, 139 S.
- Völkel, J. (1995):** Periglaziale Deckschichten und Böden im Bayerischen Wald und seinen Randgebieten als geogene Grundlagen landschaftsökologischer Forschung im Bereich naturnaher Waldstandorte. *Zeitschrift für Geomorphologie*. - Neue Folge. - Supplementband 96. - Berlin u. Stuttgart, 301 S.
- Vogt, R. (1995):** Archäologische und bodenkundliche Beobachtungen zu Bodenerosion und Akkumulation in Hornstaad am Bodensee. - In: Biel, J. (ed.): Anthropogene Landschaftsveränderungen im prähistorischen Südwestdeutschland. - *Landesdenkmalamt Baden-Württemberg - Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg* 30: 44-48. - Stuttgart.
- von Rudloff, H. (1980):** Die Klima-Entwicklung in den letzten Jahrhunderten im mitteleuropäischen Raume (mit einem Rückblick auf die postglaziale Periode). - In: Oeschger, H., Messerli, B., Svilar, M. (eds.): *Das Klima. Analysen und Modelle - Geschichte und Zukunft*: 125-149, Berlin, Heidelberg u. New York.
- Wagner, G. (1995):** Altersbestimmung von jungen Gesteinen und Artefakten. - Stuttgart, 277 S.
- Wagner, S. (1991):** Bodendifferenzierung in einer landwirtschaftlich genutzten Region des Kraichgaus. - *Geoökodynamik* 12: 207-235.
- Weber, K. (1978):** Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000. - Blatt Nr. 7137 Abensberg. - München, 414 S.
- Weinig, H. (1980):** Hydrogeologie des Donautales. - In: Bayerisches Geologisches Landesamt (ed.): *Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Donau und Main*: 9-26. - München.
- Weinig, H. (1984):** Kiese und Sande des Tertiärs. - *Geologica Bavarica* 86: 296-310.
- Weir, A., Catt, J. & Madgett, P. (1971):** Postglacial soil formation in the loess of Pegwell Bay, Kent (England). - *Geoderma* 5: 131-149.
- Weischet, W. (1988):** Einführung in die Allgemeine Klimatologie, 4. Auflage - Stuttgart, 264 S.
- Weise, O. (1983):** Das Periglazial. - Berlin u.a., 199 S.
- Wieland, G. (1995):** Opferschächte oder Brunnen. - *Archäologie in Deutschland* 11(4): 26-29.
- Wildhagen, H. & Meyer, B. (1972a):** Holozäne Bodenentwicklung, Sediment-Bildung und Geomorphogenese im Flussauen-Bereich des Göttinger Leinetal-Grabens. - 1: Spätglazial und Holozän bis zum Beginn der eisenzeitlichen Auenlehm-Ablagerung. - *Göttinger Bodenkundliche Berichte* 21: 1-75.

- Wildhagen, H. & Meyer, B. (1972b):** Holozäne Bodenentwicklung, Sediment-Bildung und Geomorphogenese im Flussauen-Bereich des Göttinger Leinetal-Grabens. - 2: Die Auenlehm-Decken des Subatlantikums. - Göttinger Bodenkundliche Berichte 21: 77-158.
- Willerding, U. (1977):** Über Klima-Entwicklung und Vegetationsverhältnisse im Zeitraum Eisenzeit bis Mittelalter. - In: Jankuhn, H., Schützeichel, R. & Schwind, F. (eds.): Das Dorf der Eisenzeit und des frühen Mittelalters. - Siedlungsform - wirtschaftliche Funktion - soziale Struktur: 357-405. - Göttingen.
- Willerding, U. (1985):** Zum Ackerbau der Linienbandkeramik bei Esbeck, Stadt Schöningen, Ldkr. Helmstedt. - In: Wilhelmi, K. (ed.): Ausgrabungen in Niedersachsen. - Archäologische Denkmalpflege 1979-1984: 92-96. - Stuttgart.
- Wischmeier, W. & Smith, D. (1978):** Predicting rainfall erosion losses. - A guide to conservation planning. Supersedes Agriculture Handbook 282. - Washington, 57 S.
- Wittmann, O. (1975):** Erläuterungen zur Bodenkarte von Bayern 1: 25.000. - Blatt Nr. 6938 Regensburg. - München, 110 S.
- Wittmann, O. (1978):** Die Böden. - In: Weber, K.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000. - Blatt Nr. 7137 Abensberg: 343-350. - München.
- Wittmann, O. (1991):** Standortkundliche Landschaftsgliederung von Bayern. - Übersichtskarte 1: 1.000.000 und Abhängigkeitsbeziehungen der Bodennutzung. - 2. erweiterte Auflage. - GLA Fachberichte 5: 5-47. - München.
- Woodward, J. (1995):** Archaeology and human-river environment interactions. - In: Lewin, J., Macklin, M. & Woodward, J. (eds.): Mediterranean Quaternary river environments: 99-102.
- Wright, H., Kutzbach, J., Webb, T., Ruddiman, W. Street-Perrott, F. & Bartlein, P. (1993) (eds.):** Global climates since the last glacial maximum. - Minneapolis u. London, 569 S.
- Zöbelein, K. (1940):** Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär (Blatt Pfarrkirchen). - Neues Jahrbuch Mineralogie, Geologie und Paläontologie (N. Jb. Min., Geol. u. Paläontol.) 84: 233-302.
- Zoller, H. (1977):** Alter und Ausmaß postglazialer Klimaschwankungen in den Schweizer Alpen. - In: Frenzel, B. (ed.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa (= Erdwissenschaftliche Forschung 13): 271-281.

9 Dokumentation

9.1 Profilbeschreibungen und Laboranalytik

Die Profile (Aufschlüsse und Bohrungen [Handbohrungen mit einem Drehbohrgestänge der Firma Eijkelkamp und automatische Bohrungen mit einer Rammkernsonde der Firma Eijkelkamp]) sind in Anlehnung an die Vorgaben der **Arbeitsgruppe Boden (1994)** beschrieben. Sie sind nach Standorten geordnet. Soweit zu den beschriebenen Profilen laboranalytische Daten vorliegen, finden sich diese im Anschluß an die jeweilige Profilbeschreibung.

Abkürzungen:

A: Aufschluß, Schürfgrube

Hb: Handbohrung mit einem Drehbohrgestänge der Firma Eijkelkamp

Ab: Automatische Bohrung mit einer Rammkernsonde der Firma Eijkelkamp

P: Pürckhauer Sondierung (bis 1 bzw. 1,5m Tiefe)

9.1.1 Tal der Kleinen Laaber

9.1.1.1 Sallach (Spätlatènezeitliche Viereckschanze)

Profil-Nr.: **7140-101 (Sallach I)** Aufnahme datum: 19.10.94 Lage: R: 4525500; H: 5409900
 Profilart: Hb Höhe über NN: 398m 10m westl. des äußeren Wall
 Neigung: 4° Exposition: N Relief formtyp: Höhenrücken-Oberhangbereich
 Bodentyp: Parabraunerde (schwach podsolig, erosiv verkürzt, aus LößlehmflieBerden) Nutzung: Forst
 Humusform: Feinhumusarmer Typischer Moder (L 3cm, Of 1,5cm, Oh 0,5cm mächtig). (Diese Humusform tritt regelhaft in den folgenden Profilen 7140-102 bis 7140-110 auf)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
101/1	0-2	A(e)h	0-2 (5)	toniger Schluff, stark humos, 10YR 3/2 (dunkelbraun), leicht violettstichig, carbonatfrei;	I
101/2	15-30	Al	5-40	toniger Schluff, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatfrei, locker;	
101/3	40-55	Al+Bt	40-55	Verzahnungshorizont, schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), z.T. Toncutane makroskopisch sichtbar, leicht hydromorph, carbonatfrei;	
101/4	55-65	Bt	55-90	schluffiger Ton, an Horizontuntergrenze einzelne Quarzgerölle (< 5cm Kantenlänge), sehr schwach humos, braun, färblich inhomogen, carbonatfrei, dicht;	
101/5	65-85				
101/6	90-110	fBt*S	95-150+	schwach toniger Lehm, einzelne Quarzgerölle, sehr schwach humos, stärkere hydromorphe Merkmale in Form von Manganausfällungen, dunkelbraun, färblich sehr heterogen, carbonatfrei, dicht;	II III? (ab 110cm)
101/7	110-130				
101/8	130-150				

Kurzinterpretation: I = holozäne Parabraunerde aus LößlehmflieBerde, II = fossiler Bt-Horizont aus älterer LößlehmflieBerde, III? = evtl. erneut Schichtwechsel zu einer älteren LößlehmflieBerde.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	A(e)h	0-5	0,0	0,7	6,1	6,6	13,4	34,8	28,2	8,4	71,4	15,2	Uf3	3,2	0,0	2,4	4,2	
2	Al	15-30	0,0	1,3	5,2	6,3	12,9	34,0	27,4	8,8	70,2	16,9	Uf3	3,7	0,0	0,9	1,6	
3	Al+Bt	40-55	0,0	0,4	3,8	5,5	9,7	28,4	20,2	8,2	56,8	33,5	Tu3	4,0	0,0	0,5	0,8	
4	Bt	55-65	0,0	0,4	3,6	5,8	9,8	23,7	19,7	7,7	51,0	39,2	Tu3	4,1	0,0	0,3	0,6	
5		65-85	Sp.	0,4	5,0	6,5	11,9	24,2	20,3	7,2	51,6	36,5	Tu3	4,3	0,0	0,1	0,2	
6	II fBt*S	95-110	Sp.	5,1	5,4	6,6	17,1	21,2	19,9	7,1	48,2	34,7	Lf2	4,6	0,0	0,2	0,3	
7	III? fBt*S	110-130	Sp.	2,3	4,8	6,8	13,8	19,0	18,0	8,5	45,5	40,7	Lf3	4,4	0,0	0,1	0,2	
8		130-150	0,0	1,5	8,2	10,2	19,9	15,4	17,1	7,4	39,9	40,2	Lf3	5,0	0,0	0,2	0,3	

Profil-Nr.: 7140-102 (Sallach 2) Aufnahmedatum: 19.10.94 Lage: R: 4525510- H: 5409900
 Profilart: Hb Höhe über NN: 399m Wallprofil des äußeren Wall
 Neigung: - Exposition: - Reliefformtyp: Wall, Kulminationspunkt
 Bodentyp: Parabraunerde aus aufgeschüttetem Lößlehmfiederde material (ca. 2000 Jahre alt) Nutzung: Forst
 Humusform: Feinhumusarmer Typischer Moder

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
n.b.	0-5	(j)Ah	0-5	toniger Schluff, stark humos, dunkelbraun, leicht violettstichig, carbonatfrei;	I
102/1	5-15	(j)Al+Bt	5-15	Verzahnungshorizont, schluffiger Ton, schwach humos, hellbraun, nach unten hin dunkler werdend, carbonatfrei, mit Holzkohleflittern in der Matrix fein verteilt;	
102/2	15-30	(j)Bt	15-50	toniger Lehm, sehr schwach humos, braun, sehr inhomogen in Farbe und Bodenart, z.T. graue und braune Flecken, die leichte Pseudovergleyung belegen, Tonverlagerung makroskopisch nicht eindeutig feststellbar, dicht, carbonatfrei;	
102/3	30-50				
102/4	50-70	jBv	50-80	schluffiger Ton, sehr schwach humos, zunehmend gefleckt, teils Skelettabrieb (mergeliges Material), locker, carbonatfrei, aufgeschüttetes Lößlehmfiederde material, das nicht in die rezente Pedogenese auf dem Wall miteinbezogen ist;	
102/5	70-80				
102/6	80-95	fAl-Bv	80-95	stark toniger Schluff, einzelne unterschiedliche Skelette, sehr schwach humos, locker, carbonatfrei;	II
102/7	95-110	fBt	95-125	toniger Lehm/schluffiger Ton, sehr schwach humos, dunkelbraun, pseudovergleyt, Humusflecken, carbonatfrei;	
102/8	110-125				
102/9	125-145	fBv-Cv	125-145	schluffiger Ton, einzelne carbonathaltige Skelettanteile, braun, locker, carbonathaltig;	III
102/10	145-170	fBt-Cv	145-200+	toniger Lehm, sehr schwach humos, braun, carbonathaltiges Skelett, Mangankonkretionen als Hinweis auf Pseudovergleyung, dichter als der hangende Horizont, carbonatarm;	IV
102/11	170-200				

Kurzinterpretation: I = Aufschüttungsmaterial des Wall, bis ca. 50 cm von den rezenten Bodenbildungsprozessen betroffen, II = fossiler Rest der holozänen Parabraunerde aus Lößlehmfiederde, III = Lößlehmfiederde mit Beimengung tertiärer Mergel, IV = ältere Lößlehmfiederde.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S. (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	(j)Al+Bt	5-15	Sp.	1,8	5,7	8,5	16,0	23,4	21,5	8,6	53,5	30,5	Tu3	3,6	0,0	0,8	1,4	
2	(j)Bt	15-30	Sp.	2,4	4,4	6,0	12,8	21,5	19,8	7,5	48,8	38,3	Lt3	3,8	0,0	0,5	0,9	
3		30-50	0,0	1,2	4,1	2,2	7,4	25,0	20,0	7,4	52,5	40,1	Tu3	4,0	0,0	0,3	0,3	
4	jBv	50-70	0,0	0,7	4,2	7,9	12,9	25,5	20,7	9,8	56,0	31,1	Tu3	4,2	0,0	0,2	0,3	
5		70-80	Sp.	0,9	4,6	4,6	10,1	28,8	21,9	7,7	58,4	31,5	Tu3	4,3	0,0	0,2	0,3	
6	II fAl-Bv	80-95	Sp.	1,0	1,7	5,8	8,5	33,8	25,3	8,0	67,1	24,4	U14	4,6	0,0	0,2	0,3	
7	fBt	95-110	Sp.	0,5	3,6	5,6	9,7	26,4	20,3	6,5	53,2	37,1	Tu3	5,3	0,0	0,1	0,2	
8		110-125	Sp.	0,7	4,1	6,7	11,4	20,9	20,3	7,1	48,3	40,3	Lt3	6,0	0,0	0,1	0,2	
9	III fBv-Cv	125-145	Sp.	1,1	4,6	6,4	12,1	23,1	26,3	8,3	57,7	30,2	Tu3	7,4	9,6	0,2	0,3	
10	IV fBt-Cv	145-170	3,1	2,9	4,1	6,2	13,2	21,4	19,9	8,3	49,7	37,1	Lt3	7,3	2,5	0,1	0,2	
11		170-200	1,6	2,1	4,8	7,6	14,6	19,4	19,2	8,0	46,6	38,8	Lt3	7,5	Sp.	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7140-103 (Sallach 3) Aufnahmedatum: 21.10.94 Lage: R:4525515- H: 5409900
 Profilart: Hb Höhe über NN: 398m Profil zwischen innerem und äußerem Wall,
 Neigung: 2° Exposition: N/NE Reliefformtyp: Oberhangbereich
 Bodentyp: Parabraunerde aus Lößlehmfiederde (erosiv verkürzt) Nutzung: Forst
 Humusform: Feinhumusarmer Typischer Moder

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
n.b.		A(e)h	0-3	toniger Schluff, sehr stark humos, 10YR 3/2 (bräunlich-schwarz), leicht violettstichig, locker, carbonatfrei;	I
103/1	5-10	Ahl	3-10	stark toniger Schluff, mittel humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), locker, durchwurzelt, carbonatfrei;	
103/2	10-30	Al	10-30	schluffiger Lehm, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), kohärent, locker, carbonatfrei;	
103/3	30-50	Al+Bt	30-50	Verzahnungshorizont, schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), inhomogen, carbonatfrei;	
103/4	50-70	Btv	50-70	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), keine Pseudovergleyung, inhomogen, carbonatfrei;	
103/5	70-85	fBv	70-85	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5-10YR 4/4 (braun), Humusflecken, ohne Toncutane, carbonatfrei;	II
103/6	85-100	fBt*S	85-120+	toniger Lehm, sehr schwach humos, 7,5-10YR 4/4 (braun), dicht, Manganflecken, kleine Quarzkiese als Skelettkomponenten, Toncutane, carbonatfrei;	III
103/7	100-120				

Kurzinterpretation: I = holozäne Parabraunerde aus Lößlehmfiederde, erosiv verkürzt, II = Lößlehmfiederde, III = fossiler Bt-Horizont aus älterer Lößlehmfiederde.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S. (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ah	5-10	0,0	1,2	5,3	6,7	13,2	33,3	23,9	9,4	66,7	20,2	Uf4	3,5	0,0	1,3	2,2	
2	Al	10-30	0,0	1,1	4,8	6,4	12,4	30,6	25,1	8,4	64,1	23,5	Lu	3,6	0,0	0,9	1,5	
3	Al+Bt	30-50	Sp.	0,7	3,8	4,1	8,6	27,3	18,3	6,9	52,4	39,0	Tu3	4,0	0,0	0,3	0,6	
4	Btv	50-70	0,0	0,7	3,9	4,9	9,4	22,6	23,6	8,5	54,8	35,8	Tu3	4,4	0,0	0,2	0,4	
5	HBtv	70-85	0,0	1,1	4,1	6,6	11,8	23,6	22,6	8,6	54,8	33,3	Tu3	4,5	0,0	0,1	0,3	
6	HHBtv*S	85-100	Sp.	1,6	3,5	5,7	10,8	21,5	19,9	7,4	48,8	40,4	Lt3	4,8	0,0	0,1	0,2	
7		100-120	Sp.	0,9	3,6	6,7	11,2	18,6	20,4	7,6	46,6	42,3	Lt3	4,9	0,0	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7140-104 (Sallach 4)

Aufnahmedatum: 21.10.94

Lage: R:4525540 - H: 5409900

Profilart: Hb

Höhe über NN: 397m

Profil zwischen innerem und äußerem Wall,

Neigung: 3°

Exposition: N/NE

Reliefformtyp: Oberhangbereich

Bodentyp: Parabraunerde aus Lößlehmfließerde

Humusform: Feinhumusamer Typischer Moder

Nutzung: Forst

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
104/1	0-2	A(e)h	0-3	sandig-lehmiger Schluff, sehr stark humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), violettstichig, locker, carbonatfrei;	I
104/2	5-20	Al	3-25	stark toniger Schluff, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), aufgehellt, fahl, locker, carbonatfrei;	
104/3	25-35	Al+Bt	25-35	Verzahnungshorizont, schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	
104/4	35-55	Bvt	35-80	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5-10YR 5/4 (matt braun bis matt gelblich braun), dicht, carbonatfrei;	
104/5	55-75				
104/6	80-95	fBtv	80-100	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5-10YR 5/4 (matt gelblich braun), weniger dicht als der hangende Horizont, carbonatfrei;	II
104/7	100-120	fBtv*S	100-120+	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5-10YR 5/4 (matt gelblich braun) geringe Anteile an Quarzkiesen, dicht, carbonatfrei;	III

Kurzinterpretation: I = holozäne Parabraunerde aus Lößlehmfließerde, erosiv verkürzt, II = fossiler Bodenrest aus Lößlehmfließerde, III = fossiler Bt-Horizont aus älterer Lößlehmfließerde.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S. (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	A(e)h	0-2	Sp.	3,6	7,2	11,7	22,6	40,7	21,4	4,1	66,3	11,2	Uls	3,1	0,0	6,8	11,7	
2	Al	5-20	0,0	1,2	4,4	5,7	11,2	34,5	24,4	8,7	67,5	21,3	Ut4	3,7	0,0	0,6	1,0	
3	Al+Bt	25-35	0,0	0,6	3,4	4,3	8,3	29,6	20,6	7,4	57,7	34,1	Tu3	4,1	0,0	0,3	0,6	
4	Bvt	35-55	0,0	0,5	3,6	5,7	9,8	25,4	19,2	7,0	51,7	38,5	Tu3	4,6	0,0	0,2	0,3	
5		55-75	0,0	0,4	2,8	4,5	7,7	25,5	20,1	7,0	52,5	39,7	Tu3	6,2	0,0	0,1	0,2	
6	HBtv	80-95	0,0	1,9	4,2	7,0	13,1	24,0	21,8	8,5	54,3	32,6	Tu3	6,9	0,0	0,1	0,2	
7	HHBtv*S	100-120	Sp.	2,8	3,2	5,3	11,3	23,8	19,0	7,6	50,4	38,3	Tu3	7,2	0,0	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7140-105 (Sallach 5)

Aufnahmedatum: 21.10.94

Lage: R: 4525555 - H: 5409900

Profilart: Hb

Höhe über NN: 397 m

Profil auf dem westlichen Abschnitt des inneren

Neigung: --

Exposition: --

Walles

Bodentyp: Parabraunerde aus aufgeschüttetem Lößlehmfließerdematerial

Humusform: Feinhumusamer Typischer Moder

Reliefformtyp: Wall, Kulminationspunkt

Nutzung: Forst

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
n.b.		(j)Ah	0-2	schluffiger Ton, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), leicht violettstichig, stark humos, carbonatfrei;	I
105/1	2-15	(j)Al-Bv	2-15	schluffiger Ton, 10YR 4/4 (braun), schwach humos, geringe Anzeichen von Lessivierung; sehr heterogen, carbonatfrei;	
105/2	30-40	(j)Bvt	15-45	schluffiger Ton, 10YR 4/4 (braun), vereinzelt Quarzkiese, Holzkohlefitter, Toncutane auf den Oberflächen makroskopisch erkennbar, carbonatfrei;	
105/3	50-70	jCv	45-90	schluffiger Lehm bis stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), locker, Lößkindel mit horizontaler Konzentration in 90cm Tiefe, carbonathaltig bis carbonatreich;	
105/4	70-90				
105/5	90-110	jBtv+jlCv	90-170	Verzahnungshorizont aus aufgeschüttetem Lößlehmfließerdematerial und aufgeschüttetem Löß, nicht in die rezente Pedogenese auf dem Wall mit einbezogen, schluffiger Ton, 10YR 4/4 (braun), carbonathaltig, Holzkohlefitter, carbonathaltiges Skelett, neben Lößkindeln auch mergelige Anteile (tertiäre Mergel);	
105/6	120-140				
105/7	140-170				
105/8	180-200	lCev		schluffiger Lehm, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), sehr schwach humos, carbonatreich, wenige Lößkindel;	II
105/9	200-230				

Kurzinterpretation: I = Parabraunerde aus aufgeschüttetem Lößlehmfleieerde- und Lößmaterial, rezente Bodenbildung bis 0,45m feststellbar, II = carbonathaltiger Wümlöß, an dieser Stelle ist kein durch den Wall begrenzter holozöner Bodenrest belegbar.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S. (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	(j)Al-Bv	2-15	Sp.	1,0	2,8	4,9	8,7	32,3	18,2	8,5	59,0	32,3	Tu3	4,1	0,0	0,7	1,3	
2	(j)Bvt	30-40	Sp.	0,9	2,9	4,6	8,4	25,0	20,1	7,4	52,5	39,1	Tu3	5,5	0,0	0,5	0,8	
3	jCv	50-70	Sp.	1,7	4,0	5,8	11,5	27,9	23,4	8,6	59,9	28,6	Lu	7,4	8,6	0,3	0,5	
4		70-90	Sp.	2,3	3,9	5,3	11,5	32,0	25,6	7,9	65,5	22,9	Uf4	7,6		21,7	0,2	
5	jBvt+ICcv	90-110	Sp.	1,3	3,6	4,9	9,8	30,9	20,8	6,9	58,6	31,6	Tu3	7,6	4,1	0,2	0,3	
6		120-140	Sp.	0,7	3,3	4,5	8,4	28,4	20,9	7,0	56,3	35,2	Tu3	7,5		0,1	0,2	
7		140-170	Sp.	1,0	3,5	3,2	7,7	26,4	20,4	6,6	53,4	38,9	Tu3	7,5	2,1	0,1	0,3	
8	IIIcCv	180-200	Sp.	1,6	4,1	7,8	13,5	29,1	22,4	7,4	58,8	27,7	Lu	7,7		18,2	0,2	
9		200-230	1,5	2,4	4,1	5,5	12,1	32,2	24,2	7,0	63,4	24,5	Lu	7,7	18,7	0,2	0,3	

Profil-Nr.: 7140-106 (Sallach 6) Aufnahmedatum: 21.10.94 Lage: K: 4525565 - H: 5409900
 Profilart: Hb Höhe über NN: 397 m Reliefomtyp: Kuppe/Oberhangbereich
 Neigung: 2° Exposition: N/NE Nutzung: Forst
 Bodentyp: Parabraunerde aus Löß, erosiv verkrüzt
 Humusform: Feinhumusamer Typischer Moder

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
n.b.	0-2	Ah	0-2	schluffiger Lehm, sehr stark humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), leicht violettstichig, locker, carbonatfrei;	I
106/1	2-20	Ahl	2-20	schluffiger Lehm, fast skelettfrei, 10YR 4/4 (braun), schwach humos, durchwurzelt, carbonatfrei;	
106/2	20-45	Bvt	20-45	schluffiger Ton, fast skelettfrei, 10YR 5/4 (gelblich braun), schwach humos, schwach durchwurzelt, carbonatfrei;	
106/3	45-60	Bt-C	45-60	Übergangshorizont; Bt-Horizont, der in den carbonathaltigen Löß eingreift, schluffiger Lehm, einzelne Lößkündel, sehr schwach humos, 10YR 5/8 (gelblich braun), carbonathaltig;	
106/4	60-80	fBt-C	60-90	schluffiger Ton, mit einigen Lößkündeln durchsetzt, sehr schwach humos, 10YR 4/4-10YR 4/6 (braun), Matrix carbonatfrei, Carbonatgehalt durch Abrieb der Lößkündel;	II
106/5	80-90				
106/6	90-100	fBv	90-100	schluffiger Lehm, Quarzkiese als Skelettkomponenten, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	III
106/7	100-110	Cv	100-140	schluffiger Lehm, einzelne Lößkündel, sehr schwach humos, einzelne humose Flecken, 10YR 4/6-10YR 5/6 (braun bis gelblich braun), Matrix carbonatfrei;	
106/8	110-140				
106/9	140-155	fBv*Sw	140-155	schluffiger Ton, skelettfrei, nur einzelne Lößkündel in Matrix auftauchend, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei, leicht pseudovergleyt (Mangan-Konkretionen);	IV
106/10	155-180	fBvt*Sd	155-180	schluffiger Ton, höhere Anteile an Skelett, vorwiegend kleine Quarzkiese, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), heterogener Horizont mit gräulichen Bahnen in brauner Matrix;	
106/11	200-210	fBv	180-210	schluffiger Ton, kaum Skelett, nur an der Untergrenze dieses Horizontes einzelne Quarzkiese, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei, homogener Horizont;	
106/12	250-290	fBvt-Cv1	210-290	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (braun), carbonatfrei;	V
106/13	290-310	fBvt-Cv2	290-310	toniger Lehm, einzelne Quarzkiese, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	
106/14	310-330	fBvt-Cv3	310-330	toniger Lehm, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (braun), carbonatfrei;	

Kurzinterpretation: I = holozäne Parabraunerde aus Löß, erosiv verkrüzt, II = Lößlehmfleieerde, III = älteres Lößlehmfleieerdenpaket, IV = Lößlehmfleieerde, V = Lößlehmfleieerdenpaket, nicht weiter differenzierbar.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S. (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ahl	2-20	Sp.	0,9	5,1	7,2	13,2	27,6	24,2	8,8	60,6	26,2	Lu	3,7	0,0	0,7	1,2	
2	Bvt	20-45	Sp.	0,5	3,1	5,0	8,6	25,8	20,8	6,7	53,3	38,0	Tu3	6,4	0,0	0,6	1,1	
3	Bt-C	45-60	Sp.	0,9	3,8	5,3	10,0	28,5	24,4	10,2	63,1	26,9	Lu	7,4	5,7	0,4	0,7	
4	IIIfBt-C	60-80	4,6	1,2	4,9	5,8	11,9	22,0	23,1	10,0	55,1	33,0	Tu3	7,4		1,2	0,2	
5		80-90	6,9	1,8	5,4	7,6	14,8	23,4	20,9	9,3	53,6	31,6	Tu3	7,3	1,5	0,2	0,3	
6	IIIIfBv	90-100	3,6	5,5	4,9	7,5	17,8	24,9	19,4	9,0	53,3	28,9	Lu	7,4		0,0	0,2	
7	Cv	100-110	2,6	3,4	4,7	7,2	15,3	29,8	22,7	7,8	60,3	24,4	Lu	7,4		0,2	0,3	
8		110-140	3,7	4,4	4,7	6,5	15,6	31,4	18,6	10,4	60,3	24,1	Lu	7,4		0,0	0,1	
9	IVfBv*Sw	140-155	Sp.	2,4	2,3	4,7	9,5	29,6	18,9	8,3	56,8	33,7	Tu3	7,2	0,0	0,1	0,2	
10	fBvt*Sd	155-180	4,7	0,6	1,5	2,0	4,1	26,7	19,7	9,3	55,8	40,1	Tu3	7,3	0,0	0,1	0,2	
11	fBv	200-210	Sp.	0,4	1,5	4,5	6,4	25,3	22,8	10,3	58,4	35,3	Tu3	7,3	0,0	0,1	0,2	
12	VfBvt-Cv1	250-290	Sp.	0,5	3,7	7,2	11,3	23,7	22,1	9,1	54,9	33,7	Tu3	7,2	0,0	0,1	0,1	
13	fBvt-Cv2	290-310	Sp.	1,6	6,4	9,5	17,5	20,5	19,6	8,0	48,1	34,4	Lt3	7,1		0,0	0,1	
14	fBvt-Cv3	310-330	Sp.	0,6	7,0	9,3	16,8	18,7	19,3	8,1	46,1	37,1	Lt3	7,0		0,1	0,2	

324 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7140-107 (Sallach 7) Aufnahmedatum: 21.10.94 Lage: R: 4525550 - H: 5409900
 Profilart: Hb Höhe über NN: 396 m Reliefformtyp: Grabenverfüllung
 Neigung: -- Exposition: - Nutzung: Forst
 Bodentyp: Kolluvisol
 Humusform: Feinhumusarmer Typischer Moder

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
n.b.		A(e)h	0-5	schluffiger Lehm, leicht violettstichig, sehr stark humos, locker, carbonatfrei;	I
107/1	5-45	M-Sw	5-45	stark toniger Schluff, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), Holzkohlefitter, Ziegel, leicht pseudovergleyt, carbonatfrei, lößbürtiges Material;	
107/2	45-70	M-Sd	45-95	toniger Lehm, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), stärkere Pseudovergleyung, dicht, carbonatfrei, Holzkohlefitter und Ziegel, verstütztes bzw. verfülltes Bt-Material;	
107/3	95-115	Bvt	95-110+	toniger Lehm, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), farblich heterogen, einzelne Quarzkiese in der Matrix, carbonatfrei;	II

Kurzinterpretation: I = kolluviale Grabenverfüllung aus unterschiedlichen lößlehmhaltigen Materialien, II = Rest der holozänen Parabraunerde aus Lößlehmfließerde; Differenzierung zwischen M-Sw und M-Sd durch Verfüllung bedingt, nicht eindeutig auf pedogenetische Prozesse im Graben zurückzuführen.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S. (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	M-Sw	5-45	0,0	0,9	4,9	6,8	12,6	31,0	25,2	9,9	66,1	21,3	Uf4	4,1	0,0	1,0	1,7	
2	M-Sd	45-70	Sp.	0,8	3,0	8,2	12,0	21,4	20,0	7,3	48,7	39,3	1t3	4,6	0,0	0,6	1,0	
3	II Bvt	95-115	1,2	1,0	4,6	8,0	13,7	20,9	19,7	7,2	47,8	38,5	1t3	5,7	0,0	0,1	0,3	

Profil-Nr.: 7140-108 (Sallach 8) Aufnahmedatum: 21.10.94 Lage: R: 4525600 - H: 5409900
 Profilart: Hb Höhe über NN: 394 m Reliefformtyp: Kuppe/Oberhang
 Neigung: 1° Exposition: NE Nutzung: Forst
 Bodentyp: Parabraunerde, erosiv verkürzt
 Humusform: Feinhumusarmer Typischer Moder

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
A(e)h	0-5	schluffiger Lehm, sehr stark humos, dunkelbraun, carbonatfrei;	I
Al	2-30	toniger Schluff, schwach humos, braun, carbonatfrei;	
Al+Bt	30-45	Verzahnungshorizont, heterogen, schluffiger Ton, braun, carbonatfrei;	
Bt	45-75	toniger Lehm, sehr schwach humos, braun, dicht, carbonatfrei, leicht pseudovergleyt, einzelne Quarzkiese;	
ICcv	75-100+	toniger Schluff, sehr schwach humos, gelblich braun, carbonathaltig, einzelne Lößkinderl;	

Kurzinterpretation: I = holozäne Parabraunerde aus Löß, erosiv verkürzt.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-109 (Sallach 9) Aufnahmedatum: 24.09.96 Lage: R: 4525640 - H: 5409900
 Profilart: Hb Höhe über NN: 392 m Reliefformtyp: Kuppe/Oberhang
 Neigung: 2° Exposition: N/NE Nutzung: Forst
 Bodentyp: Parabraunerde, erosiv verkürzt
 Humusform: Feinhumusarmer Typischer Moder

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
A(e)h	0-5	schluffiger Lehm, sehr stark humos, dunkelbraun, carbonatfrei;	I
Al	2-30	toniger Schluff, schwach humos, braun, carbonatfrei;	
Al+Bt	30-45	Verzahnungshorizont, heterogen, schluffiger Ton, braun, carbonatfrei;	
Bt	45-75	toniger Lehm, sehr schwach humos, braun, dicht, carbonatfrei, leicht pseudovergleyt;	
ICcv	75-100+	toniger Schluff, sehr schwach humos, gelblich braun, carbonathaltig,	

Kurzinterpretation: I = holozäne Parabraunerde aus Löß, erosiv verkürzt.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-110 (Sallach 10) **Aufnahmedatum:** 24.09.96 **Lage:** R: 4525675 - H: 5409900
Profilart: Hb **Höhe über NN:** 395 m **Profil auf dem östlichen Abschnitt des inneren Walles**
Neigung: - **Exposition:** - **Reliefformtyp:** Wall, Kulminationspunkt
Bodentyp: Parabraunerde vorwiegend aus aufgeschüttetem Lößlehmmaterial **Nutzung:** Forst
Humusform: Feinhumusarmer Typischer Moder

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
n.b.		(j)Ah	0-3		I
110/1	5-20	(j)Al	3-20	stark toniger Schluff, schwach humos, 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), carbonatfrei;	
110/2	20-30	(j)Al+Bt	20-30	Verzähnungshorizont, schwach humos, schluffiger Ton, 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), carbonatfrei;	
110/3	35-50	(j)Bt	30-50	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 5/8 (gelblich braun), carbonatfrei;	
110/4	60-80	jBt+Ccv	50-80	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), carbonathaltig;	
110/5	90-110	jBt	80-150	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 5/8 (gelblich braun) und 10YR 6/4 (gelblich orange), carbonatarm, Holzkohlestückchen in 115 cm Tiefe;	
110/6	120-140				
110/7	160-175	j(Bt+Al)	150-180	schluffiger Lehm, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatarm, vermengtes Al- und Bt-Material, sekundäre Aufkalkung;	
110/8	180-200	fAl	180-215	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 6/4 (gelblich orange), carbonatfrei;	II
110/9	220-235	fBt	215-260	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 5/8 (gelblich braun), dicht, carbonatfrei;	
110/10	235-260				
110/11	270-280	fBt+Cv	260-280+	schluffiger Lehm, sehr schwach humos, 10YR 5/8 (gelblich braun), carbonathaltig; Löß, in den die holozäne Pedogenese eingedrungen ist;	

Kurzinterpretation: I = Parabraunerde vorwiegend aus aufgeschüttetem Lößlehmmaterial, davon die obersten 50cm in die rezente Pedogenese mit einbezogen, restliche 130cm der Wallschüttung nicht erkennbar pedogenetisch verändert, II = durch Wallschüttung fossilisierte holozäne Löß-Parabraunerde.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)		K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S. (%)
			gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T								
1	(j)Al	5-20	0,0	2,8	5,4	10,6	18,8	14,4	27,4	17,2	59,1	22,1	Ut4	4,0	0,0	1,0	1,7		
2	(j)Al+Bt	20-30	0,0	0,4	4,7	7,4	12,5	22,0	21,8	8,2	52,0	35,6	Tu3	4,3	0,0	0,6	1,1		
3	(j)Bt	35-50	0,0	0,4	3,8	6,8	10,9	20,6	22,6	7,4	50,6	38,5	Tu3	4,7	0,0	0,5	0,9		
4	jBt+Ccv	60-80	Sp.	1,6	4,4	5,9	12,0	30,3	28,4	7,9	66,7	21,3	U4	7,4	9,8	0,3	0,4		
5	jBt	90-110	0,0	0,5	4,1	5,5	10,0	25,0	24,1	7,0	56,1	33,9	Tu3	7,5	1,8	0,1	0,2		
6		120-140	0,0	1,0	4,1	6,1	11,2	23,4	24,8	6,6	54,9	33,9	Tu3	7,5	2,1	0,2	0,3		
7	j(Bt+Al)	160-175	Sp.	0,6	3,3	5,3	9,2	30,1	26,4	6,0	62,6	28,2	Lu	7,5	1,5	0,2	0,3		
8	II fAl	180-200	Sp.	1,4	3,5	5,8	10,6	34,7	26,6	7,8	69,2	20,2	U4	7,5	0,0	0,2	0,4		
9	fBt	220-235	0,0	0,2	0,3	4,4	4,9	25,8	21,1	7,1	54,0	41,1	Tu3	7,3	0,0	0,1	0,2		
10		235-260	0,0	0,4	0,3	4,5	5,1	27,7	23,0	6,5	57,3	37,6	Tu3	7,4	Sp.	0,1	0,2		
11	fBt+Cv	270-280	Sp.	1,1	4,3	6,8	12,2	32,5	22,2	6,5	61,2	26,6	Lu	7,7	2,5	0,1	0,2		

326 9 Dokumentation

9.1.1.2 Kleine Laaber bei Sallach (Hang- und Auenprofile)

Profil-Nr.: 7140-201 (Kleine Laaber 1) Aufnahmedatum: 16.10.95 Lage: R: 4526250 - H: 5409200
 Profilart: Hb Höhe über NN: 354m Reliefotyp: Aue
 Neigung: - Exposition: - Nutzung: Brache
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,80m

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Untlagerungsphase
201/1	0-25	aAh	0-25	schluffiger Ton, schwach kiesig, stark humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, carbonatfrei;	I
n.b.		aM	25-40	ab 25cm bis 40cm Tiefe geht aAh-Horizont in weniger humosen aM-Horizont über;	
201/2	40-70	aGro	40-70	schwach schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun) bis 10YR 5/2 (gräulich gelbbraun), dunkelrostfarbene Oxidationsmerkmale und untergeordnet gebleichte Bereiche mit reduzierten Eisenverbindungen, carbonatfrei;	II
201/3	70-80	aGor	70-80	schwach schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, 10YR 5/2 (gräulich gelbbraun) und 7,5YR 4/6 (braun), pflanzliche Makroreste, carbonatfrei;	
201/4	80-95	aGr	80-110	schwach schluffiger Ton, skelettfrei, humos, 2,5Y 3/1 (bräunlich schwarz) bis 5Y 4/1 (grau), pflanzliche Makroreste, carbonatfrei;	
201/5	95-110				
201/6	110-125	fAh*Gr	110-140	toniger Lehm bis schwach schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, stark humos, 2,5Y 2/1 (schwarz), große Anzahl an pflanzlichen Makroresten, carbonathaltig;	III
201/7	125-140				
201/8	140-160	Gr	140-160	sandiger Lehm, sehr schwach humos, 7,5Y 5/1 (grau), carbonatarm;	IV
201/9	160-190	Gr	160-220	lehmiger Sand, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, z.T. Konzentration an pflanzlichen Makroresten, 10Y 5/1 (grau), carbonatfrei;	V
201/10	190-220				
201/11	220-250	Gr	220-250	reiner Sand, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, 10Y 5/1 (grau), carbonatfrei;	VI
201/12	250-270	Gr+Cn	250-270	schwach lehmiger Sand, stark kiesig, Schotterlage, sehr schwach humos, 10Y 5/1 (grau), carbonathaltig;	VII
201/13	270-305	Gr	270-325	schwach lehmiger Sand, schwach kiesig, sehr schwach humos, 5Y 5/1 (grau), carbonathaltig;	
201/14	305-325				
201/15	325-350	Gr	325-380	schluffiger Lehm bis sandig-lehmiger Schluff, sehr schwach kiesig, humos, 2,5Y 4/2 (dunkelgräulich gelb), carbonathaltig, mit vielen pflanzlichen Makroresten;	VIII
201/16	350-380+				

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = humoses Auensediment, IV - VI = sandige Auensedimente, VII = Talauenschotter, VIII = sekundär umgelagerter Schwemmlöß?

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org.S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	aAh	0-25	4,2	1,4	2,9	4,9	9,1	14,3	24,2	18,9	57,4	33,5	Tu3	6,4	0,0	3,0	5,2	
2	IlaGro	40-70	Sp.	0,3	0,6	2,7	3,5	9,0	20,2	16,8	46,0	50,5	Tu2	7,0	0,0	1,2	2,1	
3	aGor	70-80	0,0	0,1	0,3	0,9	1,3	8,6	26,4	17,8	52,8	45,9	Tu2	6,8	0,0	0,8	1,3	
4	aGr	80-95	0,0	0,0	0,1	0,4	0,5	5,1	16,0	21,9	42,9	56,6	Tu2	5,5	0,0	1,5	2,6	
5		95-110	0,0	0,3	1,2	1,6	3,1	3,2	17,0	23,4	43,6	53,2	Tu2	5,7	0,0	1,6	2,8	
6	III fAh*Gr	110-125	Sp.	0,1	2,1	4,4	6,6	8,1	14,3	19,4	41,8	51,6	Tu2	5,9	Sp.	2,2	3,9	
7		125-140	Sp.	0,5	6,6	8,6	15,7	16,1	12,6	11,4	40,1	44,1	Le3	n.b.	2,7	2,8	4,8	
8	IVGr	140-160	0,7	0,6	18,6	25,5	44,6	15,9	13,1	6,3	35,3	20,1	LS3	7,3	1,5	0,3	0,6	
9	VGr	160-190	Sp.	0,7	32,5	38,7	71,9	10,2	5,5	2,7	18,5	9,6	SI3	7,5	0,0	0,2	0,3	
10		190-220	0,6	2,3	23,9	34,1	60,2	16,0	7,6	3,9	27,5	12,2	SI4	7,5	0,0	0,5	0,8	
11	VIGr	220-250	Sp.	0,6	45,1	41,6	87,3	4,7	2,2	1,3	8,3	4,4	Ss	7,6	0,0	0,4	0,7	
12	VII Gr+Cn	250-270	42,8	11,5	47,4	25,5	84,4	5,5	3,4	1,7	10,6	5,1	SI2	7,5	2,9	0,4	0,7	
13	Gr	270-305	3,9	1,9	31,3	44,5	77,6	8,2	3,9	2,9	15,0	7,4	SI2	7,6	4,7	0,6	1,0	
14		305-325	10,6	2,4	48,2	32,7	83,4	6,1	2,8	1,7	10,6	6,0	SI2	7,6	3,5	0,4	0,7	
15	VIII Gr	325-350	0,5	0,8	7,5	20,4	28,7	30,6	16,2	7,9	54,6	16,6	Uls	7,4	10,5	1,8	3,1	
16		350-380	1,2	1,0	9,4	20,4	30,8	28,5	16,4	6,9	51,8	17,3	Lu	7,4	9,5	1,8	3,0	

Profil-Nr.: 7140-202 (Kleine Laaber 2)
 Profilart: Fb
 Neigung: 1°
 Bodentyp: Kolluvium über Niedermoor (Talrandmoor)
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,80m

Aufnahmedatum: 16.10.95
 Höhe über NN: 354m
 Exposition: SSE

Lage: R: 4526300 - H: 5409250
 Reliefformtyp: Aue
 Nutzung: Brache

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
Ah	0-20	schluffiger Lehm, einzelne Quarzkiese, Ziegelbruchstücke, humos, 7,5YR 3/3 (dunkelbraun), carbonathaltig;	I
M	20-35	schluffiger Lehm, 7,5 YR 3/4 (dunkelbraun), carbonathaltig;	II
fiHw	35-190	Niedermoorort, gering zersetzt, im oberen und unteren Teil mit mineralischen Horizonten vermengt;	
Gr+fiHw	190-220	Verzahnungshorizont, sandiger Lehm, sehr stark humos, 2,5Y 4/1 (bräunlich grau), carbonatfrei,	III
Cn	220-240	reiner Sand, sehr stark kiesig, carbonatfrei;	
Gr	240-250	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, carbonathaltig;	IV
Cn	250-310+	reiner Sand, sehr stark kiesig, carbonatfrei;	V

Kurzinterpretation: I = Hangkolluvium, II = Niedermoorort, III = Talauenschotter, IV = Schwemmlöß?, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend.

Profil-Nr.: 7140-203 (Kleine Laaber 3)
 Profilart: Ab
 Neigung: -
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,80m

Aufnahmedatum: 16.10.95
 Höhe über NN: 354m
 Exposition: -

Lage: R: 4526250 - H: 5409220
 Reliefformtyp: Aue
 Nutzung: Brache

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
203/1	0-15	aAh	0-20	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), Ziegel, stark durchwurzelt, carbonatfrei;	I
203/2	15-25	aM-Go	20-30	schwach schluffiger Ton, fast skelettfrei, humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), mit Oxidationsmerkmalen, carbonatfrei;	
203/3	30-60	aGro	30-60	schwach schluffiger Ton, schwach humos, skelettfrei, 10YR 5/3 (matt gelblich braun) und 7,5YR 5/8 (leuchtend braun), insgesamt marmoriert, carbonatfrei;	II
203/4	60-80	fAh*Gr	60-135	schluffiger Ton bis toniger Lehm, nur vereinzelt kleine Quarzkiese (<2cm Kantenlänge), humos bis stark humos, 5Y 2/1 (schwarz) bis 5Y 3/1 (oliv schwarz), carbonatfrei, Konzentration an pflanzlichen Makroresten in 100-120 cm Tiefe;	III
203/5	80-100	Gr	135-180	(stark) lehmiger Sand, nach unten hin kiesiger werdend, sehr schwach humos, 10BG 5/1 (bläulich grau), carbonatfrei;	IV
203/6	100-120				
203/7	120-135				
203/8	135-145	Cn	180-190+		V
203/9	155-170				
n.b.					

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehne, III = humoses Auensediment, IV = sandiges Auensediment, V = Talauenschotter.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T						
1	aAh	0-15	1,6	0,9	2,3	3,4	6,6	17,2	22,9	20,3	60,5	32,9	Tu3	6,2	0,0	2,0	3,5	
2	aM-Go	15-25	Sp.	0,3	1,0	1,7	3,0	11,4	19,9	18,5	49,9	47,1	Tu2	6,6	0,0	1,5	2,6	
3	IIaGro	30-60	0,0	0,1	0,3	0,3	0,7	4,9	17,4	18,9	41,1	58,2	Tu2	6,6	0,0	0,9	1,6	
4	III fAh*Gr	60-80	0,0	0,1	0,6	1,7	2,3	7,1	19,1	21,7	47,8	49,8	Tu2	6,0	0,0	2,7	4,6	
5		80-100	0,0	0,3	2,9	7,5	10,6	8,8	18,7	21,4	48,9	40,5	Lt3	5,6	0,0	2,4	4,1	
6		100-120	1,2	0,6	6,8	16,7	24,1	12,2	13,1	13,0	38,3	37,6	Lt3	5,4	0,0	2,3	3,9	
7		120-135	0,3	0,5	6,7	25,0	32,3	14,6	11,9	9,6	36,1	31,6	Lt2	7,0	0,0	2,0	3,5	
8	IV Gr	135-145	1,0	1,0	11,7	38,2	50,9	17,9	10,0	5,4	33,3	15,8	Sl4	7,4	0,0	0,3	0,6	
9		155-170	6,0	4,4	31,7	30,6	66,7	10,0	7,3	4,1	21,5	11,8	Sl3	7,3	-0,0	0,1	0,2	

328 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7140-204 (Kleine Laaber 4)
 Profilart: Ab
 Neigung: -
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,80m

Aufnahmedatum: 16.10.95
 Höhe über NN: 354m
 Exposition: -

Lage: R: 4526220 - H: 5409230
 Reliefortyp: Aue
 Nutzung: Brache

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
204/1	0-20	aAh	0-20	schwach toniger Lehm, schwach kiesig, humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), stark durchwurzelt, carbonatfrei;	I
204/2	20-40	aGo	20-40	schwach schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, 7,5YR 5/1 (bräunlich grau in den reduzierten Bereichen), 7,5YR 6/8 (orange in den oxidierten Abschnitten), insgesamt stark mamoriert, carbonatfrei;	II
204/3	40-65	aGro	40-65	schwach schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, stärker mamoriert als aGo-Horizont bei gleichen Grundfarben, carbonatfrei;	
204/4	65-75	fAh*Gr	65-75	schluffiger Ton, skelettfrei, sehr stark humos, 2,5Y 3/2 (schwarz), mit gebleichten Bereichen, hohe Anzahl pflanzlicher Makroreste, carbonatfrei;	III
204/5	75-95	Gr	75-120	stärker mineralisch geprägtes „Zwischensediment“, (schwach) schluffiger Ton, schwach humos bis humos, 5GY 3/1 (dunkel oliv grau) als Grundfarbe, deutlich abgrenzbar, carbonatfrei;	IV
204/6	95-120				
204/7	120-135	fAh*Gr	120-135	toniger Lehm, skelettfrei, stark humos, 10G 2/1 (grünlich schwarz), hoher Anteil an pflanzlichen Makroresten, schwach carbonathaltig	V
204/8	135-150	Gr	135-200	schluffiger Lehm bis lehmiger Sand, fast skelettfrei, schwach bis sehr schwach humos, 5GY 4/1 (dunkel oliv grau) bis 5BG 5/1 (bläulich grau), carbonathaltig bis carbonatreich;	VI
204/9	150-170				
204/10	170-200				
204/11	200-215	Cn	200-235	schwach lehmiger Sand, schwach kiesig bis kiesig, Matrix 10BG 5/1 (bläulich grau), carbonathaltig, in 215-235cm weniger kiesdominiertes „Zwischensediment“;	VII
204/12	215-235		235+	fast reiner Schotter;	

Kurzinterpretation: I-V = Auenlehme, davon III und V humosere Auensedimente, VI = Schwemmlöß?, VII = Talauenschotter.

Bodananalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	aAh	0-20	12,5	2,2	12,0	15,7	29,8	16,0	16,3	14,8	47,1	23,1	Lt2	6,9	0,0	2,3	4,0	
2	IlaGo	20-40	Sp.	0,4	1,7	3,0	5,1	8,7	15,1	18,0	41,9	53,1	Tu2	7,1	0,0	0,9	1,6	
3	aGo	20-65	Sp.	0,5	0,6	0,6	1,8	6,9	14,4	18,6	39,9	58,3	Tu2	7,0	0,0	0,7	1,3	
4	III fAh*Gr	65-75	0,0	2,6	1,9	5,6	10,1	12,2	20,2	21,7	54,0	35,8	Tu3	6,3	0,0	5,1	8,7	
5	IVGr	75-95	0,0	0,3	0,9	3,4	4,7	14,7	19,5	16,3	50,5	44,9	Tu3	6,6	0,0	0,9	1,6	
6		95-120	0,0	0,1	1,3	5,3	6,7	13,2	17,6	15,9	46,7	46,6	Tu2	6,5	0,0	1,3	2,2	
7	V fAh*Gr	120-135	0,0	0,3	0,3	9,4	9,9	14,9	18,7	15,4	48,9	41,1	Lt3	7,0	2,2	2,3	4,0	
8	VI Gr	135-150	0,0	0,0	6,5	23,2	29,7	22,6	16,2	8,9	47,7	22,6	Ls2	7,8	5,2	0,4	0,6	
9		150-170	Sp.	0,2	1,4	26,7	28,2	29,8	16,4	7,5	53,7	18,1	Lu	7,8	13,2	0,8	1,4	
10		170-200	Sp.	0,9	4,9	43,4	49,2	23,6	10,5	5,3	39,4	11,4	Sl3	7,7	13,7	0,6	1,1	
11	VII Cn	200-215	31,1	7,7	31,9	34,5	74,1	11,5	5,5	2,3	19,2	6,6	Sl2	7,6	7,8	0,5	0,9	
12		215-235	9,7	5,2	26,9	41,0	73,1	11,5	5,5	3,5	20,6	6,4	Sl2	7,6	8,8	0,5	0,8	

Profil-Nr.: 7140-205 (Kleine Laaber 5)
 Profilart: Hb
 Neigung: 4°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 20.10.95
 Höhe über NN: 359 m
 Exposition: S

Lage: R: 4526175 - H: 5409700
 Reliefortyp: Mittelhang
 Nutzung: Acker (Zuckerrüben)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
205/1	0-25	Ap	0-25	schwach sandiger Lehm, schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/4 (braun), mittel durchwurzelt, carbonatarm;	I
205/2	25-45	M	25-45	schwach toniger Lehm, mittel kiesig, sehr schwach humos, 10YR 4/6-5/6 (braun bis gelblich braun), carbonathaltig bis carbonatreich;	II
205/3	45-60	M	45-60	schwach toniger Lehm, mittel kiesig, sehr schwach humos, 10YR 4/6-5/6 (braun bis gelblich braun), carbonathaltig bis carbonatreich, Holzkohlefitter konzentriert in 45 bis 60 cm Tiefe;	III
205/4	60-85	I Ckev	60-85	stark toniger Schluff, vereinzelte carbonathaltige Gesteinsbruchstücke, Lößkindel, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), sehr carbonatreich;	IV
205/5	85-120	Cv	85-220+	schluffiger Ton, sehr schwach skeletthalig mit grusigen carbonathaltigen Skelettbruchstücken, sehr schwach humos, farblich sehr stark wechselnd, carbonatreich bis extrem carbonatreich;	V
205/6	120-150				
205/7	150-170				
205/8	170-180				
205/9	210-220				

Kurzinterpretation: I = rezenter Ap-Horizont, II, III = Löß-Kolluvien, IV = Löß, V = tertiäre Mergel.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-25	6,5	2,9	13,7	16,1	32,6	24,8	17,1	8,1	49,9	17,5	Ls2	7,2	2,0	0,6	1,1	
2	HM	25-45	27,4	3,9	9,2	9,3	22,4	19,7	19,4	10,7	49,8	27,8	Lt2	7,4	11,2	0,5	0,9	
3	HM	45-60	28,8	4,5	15,2	13,5	33,3	16,9	16,2	7,6	40,7	26,1	Lt2	7,5	4,8	0,2	0,3	
4	IVICkeV	60-85	Sp.	1,3	1,1	4,2	6,6	33,9	28,7	13,1	75,7	17,7	Uu4	7,7	35,8	0,2	0,3	
5	VCv	85-120	1,2	2,9	0,6	0,9	4,3	11,7	35,5	22,3	69,5	26,1	Tu4	7,9	50,3	0,1	0,2	
6		120-150	1,3	1,1	0,3	0,4	1,9	4,9	17,5	23,5	46,0	52,2	Tu2	7,7	35,8	0,1	0,2	
7		150-170	0,0	1,3	0,9	0,7	2,9	4,5	26,3	25,3	56,2	40,9	Tu3	7,6	22,2	0,1	0,2	
8		170-180	1,1	2,2	0,5	0,3	3,1	2,8	26,8	31,2	60,8	36,1	Tu3	7,7	42,1	0,1	0,2	
9		210-220	2,8	1,5	0,4	0,3	2,3	3,8	28,3	31,0	63,2	34,5	Tu3	7,7	44,8	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7140-206 (Kleine Laaber 6)

Profilart: Hb

Neigung: 3°

Bodentyp: Kolluvisol

gesamtes Profil carbonatfrei

Aufnahmedatum: 20.10.95

Höhe über NN: 357 m

Exposition: S

Lage: R: 4526180 - H: 5409650

Reliefformtyp: Mittelhang/Unterhang

Nutzung: Acker (Zuckerrüben)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
206/1	0-15	Ap	0-25	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, braun;	I
206/2	15-25				
206/3	25-40	M	25-75	schluffiger Lehm, schwach bis sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, gelblich braun, vorgeschichtliche Keramik in 75 cm Tiefe;	
206/4	40-50				
206/5	50-60				
206/6	60-75				
206/7	75-85	M	75-95	schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, mit undatierbarer vorgeschichtlicher Keramik, Holzkohlefitter [3627±73 (14C) (AMS-Datum), Erlangen, 20.05.97];	II
206/8	85-95				
206/9	95-105	M-Sw	95-105	schluffiger Lehm, schwach kiesig, sehr schwach humos, schwach pseudovergleyt, Holzkohlefitter;	
206/10	105-115	M-Sw	105-140	schluffiger Lehm, schwach kiesig, sehr schwach humos, schwach pseudovergleyt;	III
206/11	115-130				
206/12	130-140				
206/13	140-155	M-Sw	140-195	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, schwach pseudovergleyt, Untergrenze des Auftretens von Holzkohlefittern in 195cm Tiefe [8429±187 (14C) (AMS-Datum), Erlangen, 20.05.97];	IV
206/14	155-170				
206/15	170-180				
206/16	180-195				
206/17	195-220	Go	195-230	sandiger Lehm, schwach bis sehr schwach kiesig, in 230 cm Tiefe Kieslage eingeschaltet, sehr schwach humos, rötlich braun;	V
206/18	220-230				
206/19	230-245	Gor	230-270	stark sandiger Lehm, schwach kiesig, stark marmoriert bei rötlich brauner Grundfarbe;	VI
206/20	245-260				
206/21	260-270				
206/22	270-280	Gr	270-280	stark sandiger Lehm, schwach kiesig, hydromorph, fast grau;	
206/23	280-295	Gr+Cv	280-295	lehmiger Sand, kiesig, sehr schwach humos;	VII
206/24	295-330	Cv	295-330+	reiner Sand, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos;	VIII

Kurzinterpretation: I, II = Loß-Kolluvien, III = sandigeres, hydromorphes Kolluvium, IV = stärker sandiges, hydromorphes Kolluvium, V = Loßlehmfließerde mit tertiären Kiesen, VI = kaum lößbeeinflusste Fließerde, VII = tertiäre Kiese und Sande, VIII = tertiäre Sande.

330 9 Dokumentation

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %											Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	flU	U	T							
1	Ap	0-15	2,2	1,5	6,0	10,6	18,1	31,1	21,7	9,3	62,1	19,8	Lu	6,6	0,0	1,2	2,0		
2		15-25	3,4	1,1	5,9	12,1	19,0	28,7	23,5	9,4	61,6	19,3	Lu	6,4	0,0	1,4	2,3		
3	M	25-40	Sp.	0,5	3,5	8,8	12,8	32,0	23,6	8,4	64,0	23,2	Lu	6,4	0,0	0,4	0,7		
4		40-50	6,7	0,6	3,3	8,5	12,4	34,5	21,4	6,7	62,6	25,0	Lu	6,3	0,0	0,4	0,7		
5		50-60	0,2	0,4	2,6	9,3	12,3	35,4	22,7	5,4	63,5	24,2	Lu	6,2	0,0	0,3	0,5		
6		60-75	0,0	0,2	4,6	8,1	12,8	44,5	11,7	6,0	62,2	24,9	Lu	6,3	0,0	0,4	0,7		
7	III M	75-85	0,0	0,3	8,1	11,8	20,2	27,6	20,6	5,9	54,1	25,6	Lu	6,2	0,0	0,5	0,8		
8		85-95	Sp.	0,4	6,8	10,4	17,6	30,8	20,7	6,8	58,2	24,1	Lu	6,1	0,0	0,4	0,7		
9	M-Sw	95-105	3,3	0,9	7,3	11,6	19,9	31,0	18,6	6,5	56,1	24,1	Lu	6,1	0,0	0,3	0,6		
10	III M-Sw	105-115	4,9	1,5	9,2	14,0	24,7	25,9	19,4	6,3	51,5	23,8	Lu	6,1	0,0	0,2	0,4		
11		115-130	7,3	2,2	9,3	14,4	26,0	26,0	17,8	6,6	50,4	23,5	Lu	6,0	0,0	0,3	0,5		
12		130-140	4,6	1,9	9,6	14,2	25,7	28,5	17,6	6,6	52,6	21,7	Lu	6,0	0,0	0,3	0,4		
13	IV M-Sw	140-155	6,3	2,0	11,8	18,8	32,6	29,1	14,7	4,3	48,1	19,3	Ls2	5,9	0,0	0,3	0,5		
14		155-170	2,0	0,7	9,2	18,6	28,5	29,6	14,8	5,2	49,5	21,9	Ls2	6,0	0,0	0,3	0,4		
15		170-180	4,4	0,8	11,5	18,0	30,3	27,9	15,2	5,0	48,1	21,7	Ls2	5,9	0,0	0,3	0,5		
16		180-195	Sp.	0,1	8,1	14,5	22,7	29,0	17,3	6,3	52,5	24,7	Lu	5,9	0,0	0,3	0,4		
17	VGo	195-220	2,5	1,3	14,2	19,8	35,4	23,1	13,8	5,4	42,3	22,4	Ls2	5,9	0,0	0,3	0,5		
18		220-230	7,9	6,7	20,3	16,4	43,5	20,1	12,2	5,2	37,5	19,0	Ls3	6,0	0,0	0,3	0,4		
19	VIGor	230-245	2,6	2,2	35,9	21,9	60,0	9,4	6,9	3,5	19,9	20,1	Ls4	5,8	0,0	0,3	0,5		
20		245-260	5,4	1,3	33,4	20,3	55,0	10,0	7,2	4,0	21,2	23,9	Ls4	5,8	0,0	0,3	0,4		
21		260-270	3,2	1,6	27,4	21,7	50,7	14,3	8,4	3,7	26,4	22,9	Ls4	5,8	0,0	0,3	0,5		
22	Gr	270-280	11,5	2,3	26,2	21,9	50,4	14,9	10,2	4,4	29,5	20,0	Ls4	5,9	0,0	0,3	0,4		
23	VII Gr+Cv	280-295	23,1	1,1	31,4	42,9	75,4	7,2	5,2	2,5	14,8	9,7	Sl3	5,9	0,0	0,3	0,5		
24	VIII Cv	295-330	1,5	0,0	68,8	23,3	92,1	2,1	1,0	0,8	3,9	3,9	Ss	6,0	0,0	0,3	0,4		

Profil-Nr.: 7140-207 (Kleine Laaber 7)

Profilart: Hb

Neigung: 2°

Bodentyp: Kolluvisol

gesamtes Profil carbonatfrei

Aufnahmedatum: 20.10.95

Hohe über NN: 356 m

Exposition: S

Lage: R: 4526190 - H: 5409600

Reliefformtyp: Unterhang

Nutzung: Acker (Zuckerrüben)

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos;	I
M	30-90	schluffiger Lehm, schwach bis sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, vorgeschichtliche Keramik in 75 cm Tiefe;	I
M-Sw	90-105+	schluffiger Lehm, schwach kiesig, sehr schwach humos, schwach pseudovergleyt, Holzkohlefitter,	II

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = stärker pseudovergleytes Kolluvium.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend.

Profil-Nr.: 7140-208 (Kleine Laaber 8)
 Profilart: Hb
 Neigung: 2°
 Bodentyp: Kolluvisol über Auenlehm
 Grundwasser zum Zeitpunkt der Profilaufnahme in 1,0m auftretend
 gesamtes Profil carbonatfrei

Aufnahme datum: 03.11.95
 Höhe über NN: 354m
 Exposition: S

Lage: R: 4526220 - H: 5409600
 Reliefformtyp: Unterhang/Aue
 Nutzung: Acker (Winterweizen)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
208/1	0-30	Ap	0-30	stark toniger Schluff, sehr schwach kiesig, 10YR 4/4 (braun), schwach humos, geringe Dichte, krümeliges Gefüge, hohe Durchwurzelung, deutlicher Übergang zu liegendem Horizont;	I
208/2	30-45	M	30-45	stark schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, 10YR 5/6 (gelblich braun), schwach humos, subpolyedrisches Gefüge, keine Toncutane erkennbar, Ziegelstückchen;	
208/3	45-60	M-Sw	45-70	stark toniger Schluff bis stark schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, Grundfarbe 10YR 5/6 (gelblich braun), hellbraune Rostfleckung, ab 60 cm stärker hydromorphe Einflüsse, subpolyedrisches Gefüge, Holzkohlefitter verstärkt in 60-70 cm Tiefe auftretend;	
208/4	60-70			schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, gelblich braun und leuchtend gelblich braun mit helleren und dunkelbraunen Flecken, Bleichungen, subpolyedrisches Gefüge, Konzentration von Holzkohlen;	
208/5	70-80	aM-Sd	70-80	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun) und 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), dichter, insgesamt mehr reduktive Merkmale, Konzentration an Holzkohlefittern;	II
208/6	80-105	aGro	80-105	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun) und 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), kaum Holzkohle;	III
208/7	105-115	aGor	105-115	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, farblich obigem Horizont entsprechend, kaum Holzkohle;	
208/8	115-125	fAh*Gr	115-140	stark schluffiger Ton bis schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr stark humos, 2.5Y 3/1 (bräunlich schwarz) bis 5GY 3/2 (oliv schwarz), grau bis dunkelgraue reduktive Merkmale; kaum zersetzte Pflanzenreste;	IV
208/9	125-140				
208/10	140-165	Gr	140-165	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, Pflanzenreste, in 165cm Kieslage, 5GY 3/2 (oliv schwarz);	V
208/11	165-190	Gr	165-220	schwach sandiger Lehm, im oberen Teil schwach kiesig, humos, 5GY 3/2 (oliv schwarz);	VI
208/12	190-205				
208/13	205-220				
208/14	220-235	Gr+Cn	220-235	sandiger Lehm, kiesig, humos, 5GY 4/1 (dunkel oliv grau), Reduktionshorizont am Übergang zum Schotter,	VII
208/15	235-250	Cn	235-250+	schwach lehmiger Sand, sehr stark kiesig, reine Quarz-Schotter, humos;	VIII

Kurzinterpretation: I = Hangkolluvium, II = Auenlehm, pseudovergleyt, III - V = Auenlehme, VI = sandig-lehmiges Auensediment, VII = Übergang zum Schotter, VIII = Talauenschotter.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %											Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T							
1	Ap	0-30	Sp.	0,3	1,3	4,0	5,7	28,1	30,1	13,4	71,6	22,7	U14	6,3	0,0	0,9	1,5		
2	M	30-45	Sp.	0,3	1,2	3,5	5,1	25,5	31,2	12,3	69,0	25,9	Tu4	6,5	0,0	1,0	1,8		
3	M-Sw	45-60	Sp.	0,2	1,3	4,6	6,0	30,0	29,3	10,8	70,0	24,0	U14	6,6	0,0	0,7	1,3		
4		60-70	0,0	0,2	0,9	1,4	2,6	27,5	31,5	11,0	70,1	27,3	Tu4	6,7	0,0	0,6	1,1		
5	IlaM-Sd	70-80	0,0	0,1	1,2	4,7	6,0	23,7	29,0	10,8	63,4	30,6	Tu3	6,7	0,0	0,6	1,0		
6	IIlaGro	80-105	0,0	0,0	0,5	1,8	2,3	20,0	31,7	12,8	64,4	33,2	Tu3	6,5	0,0	0,6	1,0		
7	aGor	105-115	0,0	0,0	0,4	0,7	1,1	15,9	30,9	14,3	61,1	37,8	Tu3	6,3	0,0	0,9	1,6		
8	IVfAh*Gr	115-125	Sp.	0,5	1,3	2,1	3,8	20,9	28,4	16,6	66,0	30,2	Tu4	5,5	0,0	4,8	8,3		
9		125-140	0,0	1,4	4,6	4,7	10,7	19,0	25,7	17,4	62,2	27,2	Lu	5,2	0,0	3,5	6,1		
10	VGr	140-165	Sp.	0,1	0,7	4,7	5,5	16,7	22,6	18,1	57,4	37,1	Tu3	6,4	0,0	1,9	3,2		
11	VIGr	165-190	5,7	2,6	13,4	22,1	38,1	20,0	13,1	7,2	40,2	21,6	Ls2	5,7	0,0	1,4	2,5		
12		190-205	Sp.	0,8	11,7	26,3	38,8	21,6	12,3	6,2	40,2	21,0	Ls2	7,0	0,0	1,3	2,2		
13		205-220	Sp.	0,3	11,9	32,5	44,8	19,4	10,7	5,8	35,9	19,3	Ls3	6,6	0,0	1,9	3,2		
14	VIIGr+Cn	220-235	19,1	6,0	18,7	25,9	50,6	16,0	9,5	4,6	30,1	19,3	Ls3	7,0	0,0	1,4	2,5		
15	VIIICn	235-250	67,3	20,7	37,0	23,5	81,2	6,5	3,8	2,2	12,5	6,3	Sl2	7,3	0,0	1,3	2,2		

Pedogene Oxide (Sequentielle Extraktion)

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Sequentielle Extraktion von pedogenem Eisen, Aluminium und Mangan										Gesamtgehalt		
			Pyrophosphat (p)		% Mn p	Oxalat (o)		Dithionit (d)		% Mn d	% Fe	% Al	% Mn		
			% Fe p	% Al p		% Fe o	% Al o	% Fe d	% Al d						
1	Ap	0-30	0,05	0,02	0,008	0,33	0,08	0,044	0,67	0,15	0,004	1,04	0,26	0,055	
2	M	30-45	0,03	0,02	0,002	0,33	0,09	0,037	0,71	0,14	0,001	1,08	0,25	0,041	
3	M-Sw	45-60	0,02	0,02	0,001	0,30	0,07	0,039	0,67	0,11	0,000	0,98	0,20	0,041	
4		60-70	0,01	0,02	0,000	0,34	0,08	0,049	0,72	0,10	0,000	1,08	0,21	0,049	
5	IlaM-Sd	70-80	0,01	0,02	0,001	0,38	0,09	0,055	0,72	0,09	0,002	1,11	0,20	0,058	
6	IlaGro	80-105	0,04	0,00	0,001	0,70	0,07	0,006	1,97	0,08	0,000	2,71	0,15	0,007	
7	aGor	105-115	0,13	0,01	0,001	0,63	0,07	0,006	0,69	0,10	0,000	1,45	0,18	0,006	
8	IVfAh*Gr	115-125	0,31	0,04	0,010	1,91	0,10	0,025	0,36	0,13	0,001	2,58	0,27	0,036	
9		125-140	0,27	0,07	0,007	0,45	0,11	0,002	0,32	0,18	0,000	1,03	0,36	0,009	
10	VGr	140-165	0,10	0,05	0,036	0,74	0,12	0,060	0,37	0,13	0,010	1,21	0,30	0,106	
11	VIGr	165-190	0,09	0,02	0,003	0,27	0,06	0,003	0,24	0,10	0,000	0,60	0,18	0,006	
12		190-205	0,00	0,01	0,04	0,41	0,06	0,040	0,64	0,50	0,000	1,05	0,57	0,080	
13		205-220	0,05	0,01	0,024	0,31	0,06	0,026	0,26	0,09	0,000	0,61	0,16	0,050	
14	VIIGr+Cn	220-235	0,05	0,02	0,005	0,25	0,06	0,012	0,20	0,06	0,000	0,50	0,14	0,017	
15	VIIICn	235-250	0,03	0,01	0,004	0,25	0,03	0,019	0,09	0,02	0,000	0,37	0,06	0,023	

Profil-Nr.: 7140-209 (Kleine Laaber 9)

Profilart: Hb

Neigung: 2°

Bodentyp: Kolluvial

Grundwasser zum Zeitpunkt der Profilaufnahme in 2,25m auftretend
gesamtes Profil carbonatfrei

Aufnahmedatum: 30.10.95

Höhe über NN: 355m

Exposition: S

Lage: R: 4526210 - H: 5409650

Reliefformtyp: Unterhang

Nutzung: Acker (Zuckerrüben)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
209/1	0-35	Ap	0-35	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, (einzelne Kiese), 10YR 4/4 (braun), humos, frisch untergepflügte Pflanzenreste,	I
209/2	35-50	M	35-70	schluffiger Lehm, sehr schwach bis schwach kiesig, 10YR 5/6 (gelblich braun), schwach humos, kaum durchwurzelt, Keramikbruchstücke in 70cm Tiefe, vereinzelt Holzkohleflitter, lößbürtiges Material;	
209/3	50-70				
209/4	70-80	M	70-80	schluffiger Lehm, sandiger als oben, sehr schwach kiesig, 10YR 5/6 (gelblich braun), sehr schwach humos, Konzentration an Holzkohlen, meist Flitter, teilweise auch größere Stückchen;	II
209/5	80-90	M	80-90	schluffiger Lehm, mittel kiesig (hier ist eine Kieslage, vorwiegend aus Feinkies, eingeschaltet), 10YR 5/6 (gelblich braun), sehr schwach humos, keine Holzkohle bzw. Keramik;	III
209/6	90-100	M	90-100	schluffiger Lehm, skelettfrei, 10YR 5/6 (gelblich braun), keine Holzkohle bzw. Keramik;	IV
209/7	100-110	M	100-110	schluffiger Lehm, mittel kiesig, 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), sehr schwach humos, mit Holzkohleflitter, erneut Kieslage eingeschaltet;	V
209/8	110-120	M-Sw	110-135	schluffiger Lehm, skelettfrei bis schwach kiesig, 10YR 4/6 (braun), marmoriert mit dunkel- und hellbraunen Eisenaussäufungen, eher flächenhaft, keine Konkretionen, beginnende Hydromorphierung, Holzkohleflitter;	VI
209/9	120-135				
209/10	135-155	M-Sw	135-155	schluffiger Lehm, schwach kiesig, jedoch weniger in Form einer Lage ausgebildet, marmoriert mit brauner Grundfarbe, mit Holzkohleflitter;	VII
209/11	155-175	M-Gro	155-195	stark schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, 2,5Y 5/2 (dunkel gräulich gelb), zum Teil grau, mit Konzentration an Eisen- und Mangankonkretionen, sehr schwach humos, mit Holzkohleflitter;	VIII
209/12	175-190				
209/13	195-205	Gr	195-205	schwach toniger Lehm, skelettfrei, farblich höherer Grau-Anteil, sehr schwach humos;	IX
209/14	205-225	fAh*Gr	205-225	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, grau, mittel humos, einige Pflanzenreste, z.T. verkohlt;	X
209/15	225-245	Gr	225-245	schwach sandiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 2,5 Y 5/1 (gelblich grau), Holzkohle und Holzstückchen, Grundwasser anstehend;	XI
209/16	245-270	Gr+Cn	245-270	schwach sandiger Lehm, mittel kiesig, 2,5Y 5/1 (gelblich grau), schwach humos, Lage mit Kiesen und Pflanzenresten;	XII
209/17	270-290	fBv*Gr	270-290	(mittel) sandiger Lehm, mittel kiesig, 10YR 3/3 (dunkelbraun), schwach humos, fossiler Boden;	XIII
209/18	290-310	Cn1	290-310	reiner Sand, 5YR 4/6 (rötlich braun), mittel bis stark kiesig, aus Sanden und Schottern;	XIV
209/19	310-340	Cn2	310-340	Schotterhorizont mit hohem Sandanteil;	
209/20	340-390	Cn3	340-390+	reiner Sand, z.T. noch etwas Schotter, Fein- und Mittelsand mit nach unten hin immer geringeren Kies- bzw. Schotteranteilen;	

Kurzinterpretation: I - VIII = Hangkolluvien, trennbar vorwiegend über Kieslagen, im unteren Bereich pseudovergleyt bzw. vergleyt, IX = Spülsediment (Kolluvium?), X = fossiler A-Horizont aus Kolluvium, XI = kolluvial umgelagerte Substrate, XII = Fließerde, XIII = fossiler B-Horizont, XIV = Tertiäre Kiese/Schotter.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %											Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T							
1	Ap	0-35	Sp.	1,1	5,0	9,4	15,5	32,2	24,5	8,1	64,8	19,7	Lu	6,8	0,0	1,5	2,6		
2	M	35-50	1,5	1,2	3,5	7,5	12,2	30,3	26,0	8,3	64,6	23,2	Lu	6,7	0,0	0,7	1,2		
3		50-70	3,5	1,1	5,5	11,1	17,7	31,2	22,9	6,5	60,6	21,7	Lu	6,7	0,0	0,5	0,9		
4	IIM	70-80	1,4	0,4	10,1	20,2	30,7	28,4	17,0	5,6	51,0	18,3	Lu	6,6	0,0	0,5	0,8		
5	IIM	80-90	14,7	1,4	7,1	15,6	24,1	32,8	19,1	5,3	57,2	18,7	Lu	6,6	0,0	0,5	0,8		
6	IVM	90-100	0,0	0,2	5,4	10,2	15,8	31,7	22,8	8,8	63,3	20,9	Lu	6,6	0,0	0,5	0,9		
7	VM	100-110	26,4	2,4	9,0	12,7	24,1	27,2	19,7	7,8	54,7	21,2	Lu	6,6	0,0	0,5	0,8		
8	VIM-Sw	110-120	0,0	0,8	4,7	9,2	14,7	30,9	24,4	8,5	63,8	21,5	Lu	6,5	0,0	0,5	0,9		
9	VIM-Sw	120-135	4,0	2,4	6,4	10,5	19,3	33,7	22,3	6,3	62,3	18,4	Lu	6,4	0,0	0,4	0,6		
10	VIII-M-Sw	135-155	Sp.	1,6	8,2	16,8	26,6	31,4	19,7	3,7	54,8	18,6	Lu	6,3	0,0	0,2	0,3		
11	VIII-M-Gro	155-175	Sp.	0,4	2,5	5,1	8,0	28,9	28,4	9,7	67,0	25,0	U4/Tu4	6,1	0,0	0,3	0,6		
12		175-190	Sp.	0,3	1,3	4,2	5,8	29,5	29,3	10,3	69,1	25,1	Tu4	6,2	0,0	0,4	0,6		
13	IXGr	195-205	0,0	0,6	2,1	32,1	34,8	20,4	12,6	6,4	39,4	25,8	Lt2	6,1	0,0	0,2	0,4		
14	XfAh*Gr	205-225	Sp.	0,5	5,8	10,6	16,9	20,6	24,3	10,1	55,0	28,1	Lu	5,9	0,0	1,2	2,1		
15	XIGr	225-245	Sp.	0,8	12,2	17,2	30,2	24,7	18,3	6,2	49,2	20,6	Ls2	5,5	0,0	0,5	0,9		
16	XIHGr+Cb	245-270	18,5	3,0	18,0	16,7	37,7	22,9	14,7	5,7	43,3	19,0	Ls2	5,0	0,0	0,5	0,9		
17	XIIIBv*Gr	270-290	18,3	2,6	26,0	15,3	43,9	17,8	13,4	5,4	36,6	19,5	Ls3	4,8	0,0	0,7	1,1		
18	XIVCb1	290-310	33,6	4,0	67,1	17,7	88,8	4,2	2,0	0,7	6,9	4,3	Ss	4,9	0,0	0,1	0,1		
19	Cn2	310-340	42,8	3,9	58,6	30,5	93,0	2,2	1,1	0,7	4,0	3,0	Ss	5,9	0,0	0,0	0,1		
20	Cn3	340-390	15,6	1,5	45,8	44,9	92,2	2,8	1,1	1,0	4,9	2,9	Ss	6,2	0,0	0,0	0,0		

Profil-Nr.: 7140-210 (Kleine Laaber 10)

Profilart: Fb

Neigung: 3°

Bodentyp: Kolluvisol

gesamtes Profil carbonatfrei

Aufnahmedatum: 30.10.95

Hohe über NN: 358m

Exposition: SE

Lage: R: 4526175 - H: 5409675

Reliefformtyp: Unterhang

Nutzung: Acker (Zuckerrüben)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
210/1	0-35	Ap	0-40	schluffiger Lehm, schwach kiesig, humos;	I
210/2	45-55	M	40-55	schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos;	II
210/3	55-75	M	55-95	schluffiger Lehm, schwach kiesig, sehr schwach humos, dichter als oben, hoher Anteil an Holzkohlen, einige wenige Toncutane;	III
210/4	75-85				
210/5	85-95				
210/6	95-105	M-Sw	95-105	schwach toniger Lehm, schwach kiesig, sehr schwach humos, Horizont mit hohem Anteil an Eisen- und Mangan-Flecken, Holzkohlen;	IV
210/7	105-130	M-Sd	105-140	tonig-sandiger Lehm, mittel kiesig, Holzkohlen, dicht, hydromorph beeinflusst;	V
210/8	150-170	Cv	140-170	toniger Sand, sehr schwach kiesig, Übergangshorizont zu den liegenden Sanden, wobei Sande z.T. von tonigeren Bereichen durchzogen;	VI
210/9	170-200	Cn	170-200+	schwach toniger Sand, skelettfrei, anstehend;	

Kurzinterpretation: I = rezenter Ap-Horizont, II - V = Kolluvien mit nach unten zunehmender hydromorpher Beeinflussung, VI = tertiäre Feldspatsande.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %											Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T							
1	Ap	0-35	5,8	1,3	5,7	11,7	18,6	28,7	20,1	8,5	57,3	24,0	Lu	7,0	0,0	1,2	2,0		
2	IIM	45-55	0,0	0,1	3,0	20,5	23,6	33,5	16,3	5,6	55,4	20,9	Lu	6,6	0,0	0,4	0,6		
3	IIM	55-75	4,9	1,5	6,4	11,0	18,9	30,1	18,9	7,5	56,5	24,6	Lu	6,6	0,0	0,4	0,6		
4		75-85	8,4	1,2	6,7	11,6	19,6	27,9	18,3	6,1	52,3	28,1	Lu	6,5	0,0	0,4	0,7		
5		85-95	4,8	1,6	7,9	12,3	21,8	26,6	16,2	7,7	50,5	27,7	Lu	6,4	0,0	0,4	0,7		
6	IVM-Sw	95-105	11,2	2,4	14,1	14,9	31,3	21,9	14,7	7,0	43,6	25,1	Lt2	6,4	0,0	0,4	0,6		
7	VM-Sd	105-130	37,2	4,8	22,2	17,4	44,3	14,0	9,0	4,6	27,6	28,1	Lts	6,3	0,0	0,3	0,5		
8	VICv	150-170	1,4	0,8	53,9	20,3	75,0	2,7	1,4	1,5	5,5	19,5	St3	6,2	0,0	0,1	0,2		
9	Cn	170-200	0,0	0,0	61,8	21,9	83,7	2,1	1,2	0,8	4,2	12,1	St2	6,2	0,0	0,1	0,2		

334 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7140-211 (Kleine Laaber 11) Aufnahmedatum: 05.08.96 Lage: R: 4526400 - H: 5409400
 Profilart: Hb Höhe über NN: 353m Reliefformtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Vega-Gley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,90m

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-15	toniger Lehm, stark humos, braun, carbonatfrei;	I
aM	15-30	schluffiger Ton, einzelne Kiese in ca. 25cm Tiefe, humos, gelblich braun, carbonatfrei;	
aGo	30-45	schluffiger Ton, schwach humos, braun, carbonatfrei;	II?
aGor	45-55	schluffiger Ton, schwach humos, grau, carbonatfrei;	
fAh*Gr	55-80	schluffiger Lehm, stark humos, dunkelbraun, locker, carbonatfrei;	III
Gr	80-165	schluffiger Lehm, humos, grau, carbonatfrei;	IV
fAh*Gr	165-175	schluffiger Lehm, sehr stark humos, schwarz, carbonatfrei;	V
Gr	175-185	sandiger Lehm, z.T. kiesig humos, grau, einzelne Pflanzenreste, carbonatfrei;	VI
Cn	185-200+	Kies;	VII

Kurzinterpretation: I - V = Auenlehme, teilweise humoser, VI = sandiges Auensediment, VII = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-212 (Kleine Laaber 12) Aufnahmedatum: 06.08.96 Lage: R: 4526410 - H: 5409380
 Profilart: Hb Höhe über NN: 353m Reliefformtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 1,00m

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-15	toniger Schluff, stark humos, braun, carbonatfrei;	I
aM-Go	15-35	schluffiger Ton, einige Kiese in 25-30cm Tiefe, humos, carbonatfrei;	
aGro/aGor	35-65	schluffiger Ton, dicht, humos, graubraun, carbonatfrei;	II
fAh*Gr	65-75	toniger Lehm, stark humos, braunschwarz, carbonatfrei;	III
Gr	75-160	toniger Lehm, z.T. sehr dicht, teilweise etwas kiesiger	IV
fAa	160-175	sehr stark humos bis extrem humos, schwarz, viele pflanzliche Makroreste, carbonatfrei;	V
Gr	175-250	toniger Lehm, z.T. kleinere Einschaltungen von Kieslagen, humos bis stark humos, grau, mit vielen Pflanzenresten in 175-185cm und 200-230cm Tiefe, carbonatfrei;	VI
Cn	250-260+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig;	VII

Kurzinterpretation: I - VI = Auenlehme, teilweise sehr humos, VII = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-213 (Kleine Laaber 13) Aufnahmedatum: 06.08.96 Lage: R: 4526420 - H: 5409360
 Profilart: Hb Höhe über NN: 353m Reliefformtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,80m

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-15	schluffiger Lehm, humos, braun, stark durchwurzelt, carbonatfrei;	I
aM-Go	15-25	schluffiger Ton, schwach humos, rostbraun, carbonatfrei;	
aGro/aGor	25-65	schluffiger Ton, einzelne Kiese, dicht, schwach humos, graubraun, carbonatfrei;	II
fAh*Gr	65-85	toniger Lehm, stark humos, bräunlich schwarz, carbonatfrei;	III
Gr	75-145	toniger Lehm, nach unten hin dichter werdend, carbonatfrei;	IV
fAa*Gr	145-160	sehr stark humos bis extrem humos, schwarz, viele pflanzliche Makroreste, zahllose Molluskensplinter eingearbeitet bei carbonatfreier Matrix;	V
Gr	160-180	toniger Lehm, humos bis stark humos, grau, mit vielen Pflanzenresten, carbonatfrei;	VI
Cn	180-200+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig;	VII

Kurzinterpretation: I - VI = Auenlehme, dabei V = stark humoses, carbonathaltiges Auensediment, VII = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-214 (Kleine Laaber 14) Aufnahmedatum: 06.08.96 Lage: R: 4526430 - H: 5409340
 Profilart: Hb Höhe über NN: 353m Reliefformtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,80

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-15	schluffiger Lehm, humos, braun, stark durchwurzelt, carbonatfrei;	I
aGo	15-30	schluffiger Ton, schwach humos, rostbraun, carbonatfrei;	
aGro/aGor	25-60	schluffiger Ton, einzelne Kiese, dicht, schwach humos, graubraun, carbonatfrei;	II
fAh*Gr / Ghr	60-80	toniger Lehm, stark humos, bräunlich schwarz, carbonatfrei;	III
Gr	80-145	toniger Lehm, nach unten hin dichter werdend, carbonatfrei;	IV
fAa*Gr	145-160	sehr stark humos bis extrem humos, schwarz, viele pflanzliche Makroreste, einzelne Kiese, carbonatfrei;	V
Cn	160-185+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, viele organische Großreste (Holz);	VI

Kurzinterpretation: I - IV = Auenlehme, V = Vermoorung, VI = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-215 (Kleine Laaber 15)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,90m

Aufnahmedatum: 09.08.96
 Höhe über NN: 353m
 Exposition: --

Lage: R: 4526510 - H: 5409270
 Reliefortyp: Aue
 Nutzung: Grünland

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-15	toniger Schluff, stark humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt, carbonatfrei;	I
aGo	15-30	schluffiger Ton, schwach humos, braun, carbonatfrei;	II
aGro	30-50	schluffiger Ton, schwach humos, graubraun, carbonatfrei;	
aGor	50-90	schluffiger Ton, schwach humos, graubraun, marmoriert, Mollusken in ca. 80cm Tiefe konzentriert, Matrix carbonatfrei;	
aGr	90-120	schluffiger Ton, schwach humos, grau, Mollusken in 110cm Tiefe, aber Matrix carbonatfrei;	III IV V
fAh*Gr/Ghr	120-155	toniger bis sandig-toniger Lehm, stark humos, bräunlich schwarz, carbonatfrei;	
Gr	155-170	sandig-toniger Lehm, grau, carbonatfrei;	
Cn	170-260+	letuniger Sand, sehr stark kiesig.	

Kurzinterpretation: I - IV = Auenlehme, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-216 (Kleine Laaber 16)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,75m

Aufnahmedatum: 19.08.96
 Höhe über NN: 353m
 Exposition: --

Lage: R: 4526520 - H: 5409250
 Reliefortyp: Aue
 Nutzung: Grünland

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	schluffiger Lehm, humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Go	20-30	lehmiiger bis schluffiger Ton, schwach humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), Oxidationsmerkmale ockerfarben und hellrostfarben, mittlere Dichte, carbonatfrei;	
aGo	30-45	schluffiger Ton, schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), ockerfarbene und hellrostfarbene Oxidationsmerkmale, einige wenige gebleichte Bereiche, dicht, carbonatfrei;	II
aGor	50-90	schluffiger Ton, schwach humos, 7,5YR 4/6 (braun) und 10GY 5/1 (grünlich grau), marmoriert mit ockerfarbenen und hellrostfarbenen Oxidationsmerkmalen sowie Bleichbahnen, dicht, carbonatfrei;	
aGr	90-165	schluffiger bis lehmiiger Ton, vereinzelte Kiese, schwach humos bis humos, einzelne Pflanzenreste, 7,5GY 3/1 (dunkel grünlich grau) bis 2,5GY 4/1 (dunkel oliv grau), Holzkohle in 145cm Tiefe, carbonatfrei;	III?
fAa	165-210	toniger bis sandig-toniger Lehm, vereinzelte Kiese, stark humos, 10G 3/1 (dunkel grünlich grau), viele Pflanzenreste, Molluskensplitter, Matrix jedoch carbonatfrei;	
Gr	210-220	sandig-toniger Lehm, humos, 5Y 3/1 (oliv schwarz), carbonathaltig;	V
Cn	220-290+	lehmiiger Sand, sehr stark kiesig, organische Großreste (Holz);	

Kurzinterpretation: I - III = Auenlehme, IV = Anmoor, V = sandiges Auensediment, VI = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-217 (Kleine Laaber 17)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,70m

Aufnahmedatum: 19.08.96
 Höhe über NN: 353m
 Exposition: --

Lage: R: 4526530 - H: 5409240
 Reliefortyp: Aue
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
217/1	0-20	aAh	0-20	stark toniger Schluff, skelettfrei, stark humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), stark durchwurzelt, carbonatfrei;	I
217/2	20-50	aM-Go	20-50	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, 10YR 4/4 (braun) mit Manganflecken, schwach durchwurzelt, carbonatfrei;	
217/3	50-60	aGro	50-60	schluffiger Ton, schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), Matrix carbonatfrei, aber einige Mollusken, auch aufgerieben, insgesamt carbonathaltig;	II
217/4	60-90	aGor	60-90	schluffiger Ton, schwach humos, 5G 5/1 (grünlich grau) und 10YR 5/6 (gelblich braun), Matrix carbonatfrei, aber höherer Anteil an Mollusken, insgesamt carbonathaltig;	
217/5	90-105	aGr	90-150	schluffiger Ton bis toniger Lehm, einzelne Kiese an der Obergrenze des Horizonts, sonst skelettfrei, humos, 2,5GY 4/1 (dunkel oliv grau), carbonatfrei, auch keine Mollusken mehr auftretend;	III
217/6	105-130				
217/7	130-150				IV
217/8	150-190	fAh*Gr / Ghr	150-190	schwach schluffiger Ton, stark humos mit vielen pflanzlichen Makroresten, 5G 3/1 (dunkel grünlich grau), carbonatfrei;	
217/9	190-220	Gr	190-220	schwach sandiger Lehm, einzelne Kiese, schwach humos, einige Pflanzenreste, carbonathaltig;	V
217/10	220-255	fAh*Gr / Ghr	220-255	schluffiger Lehm, skelettfrei, stark humos, viele pflanzliche Makroreste, 2,5GY 3/1 (dunkel oliv grau), carbonathaltig;	
217/11	255-265	Gr	255-295	schluffiger Lehm bis lehmiiger Sand, humos bis schwach humos, 2,5GY 4/1 bis 5/1 (dunkel oliv grau bis oliv grau), carbonatfrei;	VII
217/12	265-280				
217/13	280-295				VIII
n.b.		Cn	295+	lehmiiger Sand, sehr stark kiesig;	

Kurzinterpretation: I - IV = Auenlehme, V - VII = sandigere Auensedimente, VIII = Talauenschotter.

336 9 Dokumentation

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben- tiefe (in cm)	Skelett (Gew- %)	K o r n g r ö ß e n G e w. %											Boden- art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T							
1	aAh	0-20	0,0	0,3	1,8	5,0	7,1	24,2	30,3	15,4	69,9	23,0	Ut4	6,5	0,0	4,2	7,3		
2	aM-Go	20-50	0,0	0,1	0,6	5,1	5,8	22,3	22,4	14,3	58,9	35,3	Tu3	7,0	0,0	1,4	2,4		
3	IIaGo	50-60	Sp.	0,3	0,8	6,9	8,0	21,6	23,7	12,2	57,4	34,5	Tu3	7,4	2,2	1,1	1,8		
4	aGor	60-90	Sp.	0,3	1,2	2,3	3,8	14,7	26,4	14,6	55,7	40,6	Tu3	7,5	3,9	0,9	1,5		
5	IIIaGr	90-105	2,9	0,2	2,1	3,2	5,5	11,3	19,5	15,6	46,4	48,1	Tu2	6,6	0,0	1,2	2,1		
6		105-130	Sp.	0,5	2,7	9,1	12,3	12,2	18,7	16,2	47,2	40,6	Lt3	6,0	0,0	1,4	2,5		
7		130-150	0,0	0,2	3,1	12,6	15,9	13,3	18,1	8,3	39,7	44,4	Lt3	6,1	0,0	1,6	2,8		
8	IVfAh*Gr / Ghr	150-190	0,0	0,1	1,2	9,7	11,0	15,7	15,7	12,6	43,9	45,1	Tu2	6,7	0,0	2,8	4,9		
9	VGr	190-220	Sp.	0,1	1,6	30,8	32,5	28,0	14,1	6,4	48,6	19,0	Ls2	7,5	2,9	0,8	1,3		
10	VI fAh*Gr / Ghr	220-255	0,0	0,3	1,0	16,2	17,4	31,3	21,8	10,1	63,2	19,4	Lu	7,4	2,5	3,7	6,4		
11	VII Gr	255-265	Sp.	0,2	1,2	28,6	30,0	29,0	15,5	7,4	51,9	18,1	Lu	7,4	0,0	1,7	2,9		
12		265-280	Sp.	0,1	10,7	51,9	62,7	14,5	6,9	3,8	25,3	12,1	SI4	7,5	0,0	0,9	1,6		
13		280-295	1,1	0,7	7,6	67,9	76,2	6,5	4,9	2,6	14,0	9,8	SI3	7,5	0,0	1,1	1,9		

Profil-Nr.: 7140-218 (Kleine Laaber 18)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung 0,75m

Aufnahmedatum: 19.08.96
 Höhe über NN: 353m
 Exposition: --

Lage: R: 4526540 - H: 5409230
 Reliefortyp: Aue
 Nutzung: Grünland

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	schluffiger Lehm, stark humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Go	20-45	schluffiger Ton, schwach humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), Oxidationsmerkmale, mittlere Dichte, carbonatfrei;	
aGo	45-60	schluffiger bis lehmiger Ton, vereinzelt Sandlinsen, schwach humos, 10YR 4/4 (braun), dicht, einzelne Molluskensplinter, Matrix carbonatfrei;	II
aGor	60-95	schluffiger Ton, schwach humos, 5YR 4/8 (rötlich braun) und 2,5GY 4/1 (dunkel oliv grau), marmoriert, dicht, einzelne Molluskensplinter, Matrix carbonatfrei;	
aGr	95-115	schluffiger bis lehmiger Ton, skelettfrei, humos, einzelne Pflanzenreste, 5GY 3/1 (dunkel oliv grau), carbonatfrei;	III?
fAh*Gr / Ghr	115-165	lehmiger Ton, vereinzelt Kiese, stark humos, 2,5GY 2/1 (schwarz), carbonatfrei;	IV
fAa	165-175	lehmiger Ton, anmoorig bis organisch, N 1,5/0 (schwarz), viele Pflanzenreste, carbonatfrei;	
Gr	175-235	sandiger Lehm, aber schichtartig aufgebaut im Wechsel von höheren Feinsand bzw. Grobsandlagen, dazu einzelne Kieslagen angedeutet, schwach humos, 2,5GY 5/1 (oliv grau), carbonatfrei;	V
Ghr	235-280	sandig-toniger Lehm, humos, Pflanzenreste, 5Y 3/1 (oliv schwarz);	VI
Cn	220-290+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig,	VII

Kurzinterpretation: I - III = Auenlehme, IV = Anmoor, V, VI = sandige Auensedimente, VII = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-219 (Kleine Laaber 19)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung 0,70m

Aufnahmedatum: 20.08.96
 Höhe über NN: 353m
 Exposition: --

Lage: R: 4526550 - H: 5409210
 Reliefortyp: Aue
 Nutzung: Grünland

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-15	schluffiger Lehm, vereinzelt Kiese, stark humos, 7,5YR 4/3 (braun), stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Go	15-40	schluffiger Ton, ganz vereinzelt Kiese (<1cm Länge), schwach humos, 7,5YR 4/4 (braun), Oxidationsmerkmale, mittlere Dichte, carbonatfrei;	
aGo	40-70	schluffiger bis lehmiger Ton, schwach humos, 5YR 4/4 (matt rötlich braun) bis 5YR 4/8 (rötlich braun), dicht, carbonatfrei;	II
aGor	70-100	schluffiger Ton, schwach humos, 7,5GY 5/1 (grünlich grau), marmoriert, dicht, einzelne Pflanzenreste, carbonatfrei;	
fAh*Gr / Ghr	100-120	lehmiger Ton, stark humos, nur wenige Pflanzenreste, 2,5GY 2/1 (schwarz), carbonatfrei;	III
fAa	120-155	lehmiger Ton, einzelne Kiese, anmoorig, 10GY 2/1 (grünlich schwarz), viele Pflanzenreste, carbonatfrei;	
Gr	155-170	sandiger Lehm, bereits mit Kieseinschlungen, schwach humos, 2,5GY 5/1 (oliv grau), carbonatfrei;	IV
Cn	170-250+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, vorherrschend feinkiesig,	V

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = Anmoor, IV = sandiges Auensedimente, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-220 (Kleine Laaber 20) Aufnahme datum: 20.08.96 Lage: R: 4526570 - H: 5409190
 Profilart: Hb Höhe über NN: 353m Relief formtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,70m

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
		aAh	0-20	schluffiger bis toniger Lehm, skelettfrei, humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
		aM-Go	20-45	schluffiger bis lehmiger Ton, skelettfrei, schwach humos, 7,5YR 3/4 (dunkelbraun), Oxidationsmerkmale ocker und hellrostbraun, dicht, carbonatfrei;	
		aGro	40-65	schluffiger bis lehmiger Ton, humos, 5YR 3/4 (matt rötlich braun) und 10YR 4/1 (bräunlich grau), dicht, carbonatfrei;	II
		aGr	65-100	schluffiger Ton, schwach humos, 5G 4/1 (dunkel grünlich grau), grüngaue bis blaugraue Reduktionsmerkmale, dicht, einzelne Pflanzenreste, carbonatfrei;	
		fAh*Gr / Ghr	100-110	lehmiger Ton, stark humos, nur wenige Pflanzenreste, 2,5GY 4/1 (dunkel oliv grau), grüngaue bis blaugraue Reduktionsmerkmale carbonatfrei;	III
		fAa	110-150	lehmiger Ton, einzelne Kiese, amoorig, 2,5GY 2/1 (schwarz), viele Pflanzenreste, nach unten hin dichter werdend, carbonatfrei;	
		Cn	150-200	sandiger Lehm, sehr stark kiesig, carbonatfrei;	IV
		fAa	200-260	extrem humos, schwarz, viele Pflanzenreste, größtenteils nur schwach zersetzt, carbonatfrei;	V
220/1	260-280	Cv	260-290	sandiger Schluff, rötlich braun, schwach humos, extrem carbonatreich;	VI
		Cn	290-300+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig;	VII

Kurzinterpretation: I - III = Auenlehme, IV = kiesige Zwischenlage, V = Niedermoorortf, VI = Alm, VII = Talauenschotter.

bodenanalytische Standardwerte einer Einzelprobe vorliegend

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	VICv	260-280	Sp.	4,7	10,5	9,3	24,5	13,9	23,8	33,5	71,3	4,2	Us	7,2	66,5	1,5	2,6	

Profil-Nr.: 7140-221 (Kleine Laaber 21) Aufnahme datum: 20.08.96 Lage: R: 4526590 - H: 5409170
 Profilart: Hb Höhe über NN: 353m Relief formtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley über Niedermoorortf
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,75m

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	schluffiger bis toniger Lehm, einzelne Kiese, humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Go	20-45	schluffiger bis lehmiger Ton, einzelne Kiese, schwach humos, 7,5YR 4/4 (braun), Oxidationsmerkmale ocker, braunschwarz (Mangan) und hellrostbraun, dicht, carbonatfrei;	
aGro	45-70	schluffiger bis lehmiger Ton, humos, 5YR 4/6 (rötlich braun) und 2,5GY 5/1 (oliv grau), ockerfärbene Oxidationsmerkmale und grüngaue bis blaugraue Reduktionsmerkmale, insgesamt stark marmoriert, dicht, carbonatfrei;	II
aGor	70-80	schluffiger Ton, schwach humos, 5YR 4/6 (rötlich braun) und 2,5GY 5/1 (oliv grau), grüngaue bis blaugraue Reduktionsmerkmale, dicht, einzelne Pflanzenreste, carbonatfrei;	
aGr	80-95	schluffiger Ton, humos, 2,5GY 5/1 (oliv grau), nur Reduktionsmerkmale, großfischig gebleicht, carbonatfrei;	
finHw	95-235	organisch, 2,5GY 2/1 (schwarz), unzersetzte Pflanzenreste [Radiocarbonatierungen an organischer Substanz: a) 110-130cm: 2520±55 BP (14C) (Hv 21706); b) 225-235cm: 3240±75 (14C) (Hv 21707)];	III
Cn	235-250	lehmiger Sand, sehr stark kiesig;	IV

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = Niedermoorortf, IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-222 (Kleine Laaber 22) Aufnahme datum: 20.08.96 Lage: R: 4526610 - H: 5409150
 Profilart: P Höhe über NN: 353m Relief formtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley über Niedermoorortf
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,75m

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	schluffiger bis toniger Lehm, einzelne Kiese, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Go	20-50	schluffiger bis lehmiger Ton, einzelne Kiese, schwach humos, braun, dicht, carbonatfrei;	
aGro	50-90	schluffiger bis lehmiger Ton, humos, rötlich braun und oliv grau, dicht, carbonatfrei;	II
aGr	90-105	schluffiger Ton, humos, grau, carbonatfrei;	
finHw	105-185	organisch, schwarz, unzersetzte Pflanzenreste mit wachsender Tiefe zunehmend;	III
Cn	185-200+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig;	IV

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = Niedermoorortf, IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

338 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7140-223 (Kleine Laaber 23) Aufnahmedatum: 20.08.96 Lage: R: 4526625 - H: 5409130
 Profilart: Hb Höhe über NN: 353m Reliefmorph: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,75m

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
		aAh	0-20	schluffiger Lehm, skelettfrei, stark humos, 10YR 2/3 (bräunlich schwarz), stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
		aGo	20-40	toniger Lehm, skelettfrei, schwach humos, einzelne Humusbahnen, 10YR 4/3 (matt gelblich braun) bis 10YR 4/4 (braun), dicht, carbonatfrei;	
		aGro	55-70	schluffiger bis lehmiger Ton, schwach humos, 7,5YR 5/8 (leuchtend braun) und 5GY 5/1 (oliv grau), dicht, carbonatfrei;	II
		aGr	70-90	schluffiger Ton, humos, 10Y 4/1 (grau), carbonatfrei;	
223/1	105-120	fAa	90-120	anmoorig, 5Y 2/1 (schwarz), carbonatfrei;	III
223/2	120-140	fAh*Gr / Ghr	120-140	schluffiger Ton, vereinzelte Kiese, sehr stark humos, 5Y 2/1 (schwarz), carbonatfrei;	IV
223/3 und 223/4	140-170	fAa	140-230	anmoorig, skelettfrei, 10YR 1,7/1 (schwarz), carbonatfrei, Zersetzungsgrad nimmt nach unten hin ab, ab 170cm fast reine Holzlage, z.B. mehrere Kiefernzapfen [Radiocarbonatierung an Holzresten in 190-210cm Tiefe: 9820±90 BP (13C) (Hv 21701)];	V
	170-230	Cn	230-300+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig;	VI

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = Anmoor, IV = stärker mineralisch beeinflusstes „Zwischensediment“, V = Anmoor, VI = Talauenschotter.

Bodennalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)	
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T	G e w. %						
1	fAa	105-120	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	5,8	0,0	11,8	20,2
2		120-140	0,0	0,4	2,8	4,9	8,1	13,0	19,7	18,4	51,1	40,8	Tu3*	6,1	0,0	6,1	8,3	14,2	
3		140-170	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	6,0	0,0	14,3	24,6	
4	Holz	170-230	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

* Ausbeute der Rückwaage bei Korngröße 92% (nur angenäherter Wert erreichbar)

Profil-Nr.: 7140-224 (Kleine Laaber 24) Aufnahmedatum: 20.08.96 Lage: R: 4526640 - H: 5409110
 Profilart: P Höhe über NN: 353m Reliefmorph: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,75m

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-15	schluffiger Lehm, skelettfrei, stark humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aGo	15-55	toniger Lehm, skelettfrei, schwach humos, braun, dicht, carbonatfrei;	
aGro	55-75	schluffiger bis lehmiger Ton, schwach humos, graubraun, dicht, carbonatfrei;	II
aGr	75-95	schluffiger Ton, humos, grau, carbonatfrei;	
fAa	95-110	anmoorig, schwarz, carbonatfrei;	III
Gr	110-150	sandig-toniger Lehm, nach unten verstärkt sandiger werdend, schwach humos, carbonatfrei;	IV
Cn	150-180+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig;	V

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = Anmoor, IV = sandiges Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-225 (Kleine Laaber 25) Aufnahmedatum: 20.08.96 Lage: R: 4526655 - H: 5409100
 Profilart: Hb Höhe über NN: 353m Reliefmorph: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,75m

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
jAh	0-20	toniger Lehm, einzelne Kiese, Ziegel, humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Go	20-30	schluffiger bis lehmiger Ton, skelettfrei, schwach humos, 10YR 4/4 (braun), dicht, carbonatfrei;	II
aGro	30-50	schluffiger bis lehmiger Ton, skelettfrei, schwach humos, graubraun, carbonatfrei;	III?
aGor	50-70	schluffiger bis lehmiger Ton, schwach humos, graubraun, typisch gefleckt und marmoriert, Eisen- und Manganausfällungen und Bleichungen, dicht, carbonatfrei;	
aGr	70-100	schluffiger Ton, humos, 10G 3/1 (dunkel grünlich grau), carbonatfrei;	
fAh*Gr / Ghr	100-125	schluffiger Ton, sehr stark humos, schwarz, carbonatfrei, fließend in liegenden Horizont übergehend;	IV
fAa	125-145	anmoorig, N 2/0 (schwarz), organische Großreste (Holz) an der Basis, carbonatfrei;	
Cn	145-180+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, im oberen Teil stärker sandige Lagen auftretend;	V

Kurzinterpretation: I = Aufschüttungsmaterial, II, III? = Auenlehme, IV = Anmoor, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-226 (Kleine Laaber 26) Aufnahme datum: 20.08.96 Lage: R: 4526665 - H: 5409080
 Profilart: Hb Höhe über NN: 353m Relief formtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,75m

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	schluffiger Lehm, einzelne Kiese, humos, 7,5YR 3/3 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Go	20-40	toniger Lehm, skelettfrei, schwach humos, 7,5YR 4/4 (braun), dicht, carbonatfrei;	II
aGo	40-50	schluffiger bis lehmiger Ton, skelettfrei, schwach humos, 2,5Y 5/2 (dunkel graulich gelb), carbonatfrei;	
aGor	50-70	schluffiger bis lehmiger Ton, schwach humos, 2,5GY 5/1 (oliv grau) und 7,5YR 5/8 (leuchtend braun), typisch gefleckt und marmoriert, Eisen- und Manganausfällungen sowie Bleichungen, dicht, carbonatfrei;	III IV V
aGr	70-85	schluffiger Ton, humos, 2,5GY 4/1 (dunkel oliv grau), carbonatfrei;	
fAa	85-135	anmoorig, 7,5YR 1.7/2 (schwarz), viele pflanzliche Makroreste, z.T. kaum zersetzt, carbonatfrei;	
Cv	135-280	sandiger Schluff, rötlich braun, schwach humos, extrem carbonatreich;	
Cn	280-300+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, im oberen Teil stärker sandige Lagen auftretend;	

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = Anmoor, IV = Alm, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-227 (Kleine Laaber 27) Aufnahme datum: 21.08.96 Lage: R: 4526680 - H: 5409060
 Profilart: Hb Höhe über NN: 352m Relief formtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,90m

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	toniger Lehm, einzelne Kiese, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Go	20-45	toniger Lehm, skelettfrei, schwach humos, braun, dicht, carbonatfrei;	II
aGo	40-50	schluffiger bis lehmiger Ton, skelettfrei, schwach humos, graugelb, carbonatfrei;	
aGor	50-75	schluffiger bis lehmiger Ton, schwach humos, graubraun, typisch gefleckt und marmoriert, Eisen- und Manganausfällungen und Bleichungen, dicht, carbonatfrei;	III IV V
aGr	75-90	schluffiger Ton, humos, grau, carbonatfrei;	
fAa	90-115	anmoorig, schwarz, vergleichsweise wenig pflanzliche Makroreste, carbonatfrei;	
Cv	115-135	sandig-toniger Lehm, grau, schwach humos, carbonatfrei;	
Cn	135-160+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, im oberen Teil stärkere sandige Lagen auftretend;	

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = Anmoor, IV = sandig-toniges Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-228 (Kleine Laaber 28) Aufnahme datum: 21.08.96 Lage: R: 4526690 - H: 5409050
 Profilart: Hb Höhe über NN: 352m Relief formtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,90m

Proben-Nr.	Proben- tiefe in cm	Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
228/1	0-15	aAh	0-15	schluffiger Lehm, schwach kiesig, stark humos, dunkelbraun, carbonatfrei;	I
228/2	15-30	aM-Go	15-30	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, braun, carbonatfrei;	II
228/3	30-50	aGo	30-50	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, graubraun, carbonatfrei;	
228/4	50-75	fAh*Oor	50-75	schluffiger Ton, skelettfrei, sehr stark humos, schwarz, carbonatreich mit hoher Anzahl an Molluskensplittern*;	III
228/5	75-100	Ghr	75-100	schluffiger Ton, kaum Skelett, stark humos, dunkelgrau, carbonatfrei;	IV
228/6	100-130	fAa	100-150	toniger Lehm**, kaum Skelettanteile, anmoorig, schwarz, carbonathaltig, geringe Anzahl an Molluskensplittern;	V
228/7	150-175	Gr	150-200	lehmig-schluffiger Sand bis sandig-lehmiger Schluff, sehr schwach kiesig, stark humos mit pflanzlichen Makroresten, carbonatreich;	VI
228/8	175-200				VII
228/9	205-220	Cn	200-265+	sandiger Lehm, kiesig, stark humos, carbonatreich, nach unten hin Zunahme der Kiesanteile bei abnehmendem Humusgehalt;	

* Carbonatgehalt der Feinerde liegt erheblich unter dem angegebenen Wert, getrennte Aufbereitung nicht möglich;

** Orientierungswert der Korngröße bedingt durch den hohen Anteil an organischer Substanz;

Kurzinterpretation: I - IV = Auenlehme, V = Anmoor, VI = sekundär verlagerter Schwemmlöß, VII = Talauenschotter.

340 9 Dokumentation

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	aAh	0-15	4,5	1,6	5,1	8,5	15,2	20,5	21,8	17,4	59,7	25,2	Lu	5,8	0,0	4,6	7,9	
2	IlaM-Go	15-30	0,0	0,4	1,2	2,9	4,5	9,9	19,6	18,4	48,0	47,5	Tu2	6,4	0,0	1,7	2,9	
3	aGro	30-50	0,0	0,2	0,8	2,3	3,3	11,1	18,9	18,2	48,1	48,6	Tu2	6,7	0,0	1,2	2,0	
4	III fAh*Gor	50-75	0,0	0,5	2,1	4,3	6,9	13,5	24,1	19,7	57,3	35,8	Tu3	7,4	17,6	4,8	8,2	
5	IVGhr	75-100	Sp.	0,1	1,1	5,9	7,1	20,0	20,1	11,8	51,8	41,1	Tu3	7,2	0,0	3,2	5,4	
6	VfAa	100-130	Sp.	0,2	5,0	19,7	24,9	22,0	15,8	11,2	49,0	26,2	Lt2	7,2	2,8	16,2	27,9	
7	VI Gr	150-175	1,4	1,4	15,4	22,2	39,0	20,2	15,2	9,9	45,3	15,8	Slu	7,5	15,7	3,0	5,2	
8		175-200	1,0	1,4	7,0	24,7	33,1	22,4	17,2	11,2	50,8	16,1	Uls	7,5	19,0	2,5	4,2	
9	VII Cn	205-220	15,6	6,9	17,0	22,4	46,3	15,0	12,2	9,1	36,3	17,4	Ls3	7,4	15,2	2,6	4,6	

Profil-Nr.: 7140-229 (Kleine Laaber 29) Aufnahmedatum: 21.08.96 Lage: R: 4526700 - H: 5409030
 Profilart: Hb Höhe über NN: 352m Relieförmtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,90m

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	schluffiger Ton, schwach kiesig, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Go	20-40	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, braun, hellbraune Eisenverbindungen sichtbar, dicht, carbonatfrei;	II
aGro	40-55	schluffiger bis lehmiger Ton, skelettfrei, humos, graubraun, carbonatfrei;	
aGor	55-70	schluffiger bis lehmiger Ton, schwach humos, graubraun, typisch gefleckt und marmoriert, Eisen- und Manganausfällungen und Bleichungen, dicht, carbonatfrei;	
aGr	70-75	schluffiger Ton, humos, grau, carbonatfrei;	
fAh*Gr	75-100	schluffiger Ton, skelettfrei, sehr stark humos, schwarz, carbonatfrei;	III
fAa	100-135	anmoorig, schwarz, vergleichsweise wenig pflanzliche Makroreste, carbonatfrei;	
Cv	135-150	sandig-toniger Lehm, grau, schwach humos, carbonathaltig;	IV
Cn	150-160+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig;	V

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = Anmoor, IV = sandiges Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-230 (Kleine Laaber 30) Aufnahmedatum: 26.08.96 Lage: R: 4526715 - H: 5409010
 Profilart: Hb Höhe über NN: 352m Relieförmtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,90m

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	schluffiger Lehm, schwach kiesig, humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Go	20-50	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, 10YR 4/4 (braun), hellbraune Eisenverbindungen sichtbar, dicht, carbonatfrei;	II
aGro	50-70	lehmiger Ton, skelettfrei, humos, 10YR 4/2 (gräulich gelbbraun), carbonatfrei;	
fAh*Gr	70-150	lehmiger Ton, skelettfrei im oberen Bereich, nach unten hin zunehmender Anteil an Kies, sehr stark humos, 10YR 2/1 (schwarz), carbonatfrei;	III
Cn	150-200+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig.	IV

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = humoses Auensediment, IV = Talauenschotter.

Profil-Nr.: 7140-231 (Kleine Laaber 31) Aufnahmedatum: 26.08.96 Lage: R: 4526735 - H: 5409000
 Profilart: Hb Höhe über NN: 352m Relieförmtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,90m

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	schluffiger Lehm, schwach kiesig, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Go	20-50	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, braun, dicht, carbonatfrei;	II
aGro	50-65	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, gelbbraun, carbonatfrei;	
aGor	65-75	schluffiger Ton, humos, graubraun, carbonatfrei;	
aGr	75-80	schluffiger Ton, humos, grau, carbonatfrei;	
fAh*Gr	80-110	lehmiger Ton, sehr stark humos, schwarz, carbonatfrei;	III
Gr	110-125	sandig-toniger Lehm, humos mit pflanzlichen Makroresten, carbonatfrei;	IV
Cn	150-200+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig.	V

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = stärker humoses Auensediment, IV = sandiges Auensediment, V = Talauenschotter.

Profil-Nr.: 7140-232 (Kleine Laaber 32)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,90m

Aufnahmedatum: 26.08.96
 Höhe über NN: 352m
 Exposition: --

Lage: R: 4526755 - H: 5408980
 Reliefmorphotyp: Aue
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	schluffiger Lehm, skelettfrei, humos, 7,5YR 3/2 (bräunlich schwarz), stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Go	20-50	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, 7,5YR 4/4 (braun), dicht, carbonatfrei;	II
fAh*Gr	50-90	lehmiger Ton, sehr stark humos, 5GY 2/1 (schwarz), carbonatfrei;	III
Gr	90-100	sandig-toniger Lehm, humos mit pflanzlichen Makroresten, carbonatfrei;	IV
Cn	100-120+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig;	V

Kurzinterpretation: I, II = Auensedimente, III = stärker humoses Auensediment, IV = sandiges Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-233 (Kleine Laaber 33)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,75m

Aufnahmedatum: 26.08.96
 Höhe über NN: 352m
 Exposition: --

Lage: R: 4526775 - H: 5408960
 Reliefmorphotyp: Aue
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	schluffiger Lehm, skelettfrei, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Gro	20-60	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, graubraun, dicht, carbonatfrei;	II
Gr	60-65	schluffiger Ton, humos, grau, mit pflanzlichen Makroresten, carbonatfrei;	
fAh*Gr	65-100	lehmiger Ton, sehr stark humos, schwarz, carbonatfrei;	III
Gr	100-110	sandig-toniger Lehm, humos, grau, mit pflanzlichen Makroresten, carbonatfrei, Übergang zum Schotter;	IV
Cn	110-170+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, organische Grobreste;	V

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = stärker humoses Auensediment, IV = sandiges Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-234 (Kleine Laaber 34)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,80m

Aufnahmedatum: 26.08.96
 Höhe über NN: 352m
 Exposition: --

Lage: R: 4526805 - H: 5408920
 Reliefmorphotyp: Aue
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	schluffiger Lehm, skelettfrei, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Gro	20-45	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, graubraun, dicht, carbonatfrei;	II
aGro	45-55	schluffiger Ton, humos, graubraun, marmoriert, mit pflanzlichen Makroresten, carbonatfrei;	
fAh*Gr	55-80	lehmiger Ton, vereinzelte Kiese, sehr stark humos, Pflanzenreste, schwarz, carbonatfrei;	III
Gr	80-105	toniger Lehm, humos, grau, carbonatfrei, Übergang zum Schotter;	IV
Cn	105-115+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, organische Grobreste;	V

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = stärker humoses Auensediment, IV = lehmiges Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-235 (Kleine Laaber 35)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,80m

Aufnahmedatum: 26.08.96
 Höhe über NN: 352m
 Exposition: --

Lage: R: 4526820 - H: 5408900
 Reliefmorphotyp: Aue
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	schluffiger Lehm, skelettfrei, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Gro	20-40	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, graubraun, dicht, carbonatfrei;	II
aGro	40-65	schluffiger Ton, vereinzelte Kiese, humos, graubraun, marmoriert, mit pflanzlichen Makroresten, molluskenführend, Matrix carbonatfrei;	
fAh*Gr	65-80	lehmiger Ton, vereinzelte Kiese, sehr stark humos, Pflanzenreste, schwarz, carbonatfrei;	III
Gr	80-95	toniger Lehm, nach unten hin sandiger werdend und Kiesgehalt zunehmend, humos, z.T. mit Pflanzenresten, grau, carbonatfrei, Übergang zum Schotter;	IV
Cn	105-115+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, organische Grobreste;	V

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = stärker humoses Auensediment, IV = toniges Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

342 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7140-236 (Kleine Laaber 36)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,80m

Aufnahmedatum: 26.08.96
 Höhe über NN: 352m
 Exposition: --

Lage: R: 4526850 - H: 5408880
 Reliefformtyp: Aue
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	schluffiger Lehm, skelettfrei, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt, locker, carbonatfrei;	I
aM-Go	20-40	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, graubraun, dicht, mit Mollusken, Matrix carbonatfrei;	II
aGro	40-50	schluffiger Ton, vereinzelte Kiese, humos, graubraun, marmoriert, mit pflanzlichen Makroresten, molluskenführend, Matrix carbonatfrei;	
fAh*Gro	50-65	lehmgiger Ton, vereinzelte Kiese und größere Steine, sehr stark humos, Pflanzenreste, Mollusken, schwarz, Matrix carbonatfrei;	III
Gr	65-100	toniger Lehm, nach unten hin sandiger werdend und Kiesgehalt zunehmend, humos, z.T. mit Pflanzenresten, grau, carbonatfrei, Übergang zum Schotter;	IV
Cn	100-115+	lehmgiger Sand, sehr stark kiesig, organische Großreste;	V

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = stärker humoses Auensediment, IV = toniges Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-237 (Kleine Laaber 37)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,80m

Aufnahmedatum: 27.08.96
 Höhe über NN: 353m
 Exposition: --

Lage: R: 4526440 - H: 5409320
 Reliefformtyp: Aue
 Nutzung: Grünland

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
arAp	0-30	schluffiger Lehm, mit Kiesen, Ziegel, neuzeitliche Keramik, humos, braun, stark durchwurzelt, carbonatfrei;	I
aGro	30-60	schluffiger Ton, schwach humos, rostbraun, stark gefleckt carbonatfrei;	
aGor	60-80	schluffiger Ton, einzelne Kiese, dicht, schwach humos, graubraun, carbonatfrei;	II
aGr	80-130		
fAh*Gr / Ghr	130-150	toniger Lehm, stark humos, bräunlich schwarz, carbonatfrei;	III
fAa*Gr	150-190	schluffiger Ton, sehr stark humos bis extrem humos, schwarz, viele pflanzliche Makroreste, Mollusken, sonst Matrix carbonatfrei;	
Gr	190-230	sandig-toniger Lehm, grau, glimmerreich, Pflanzenreste, carbonatfrei;	IV
Cn	230-260+	lehmgiger Sand, sehr stark kiesig, viele organische Großreste (Holz);	V

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = humoses Auensediment, IV = sandigeres Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-238 (Kleine Laaber 38)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,80m

Aufnahmedatum: 27.08.96
 Höhe über NN: 353m
 Exposition: --

Lage: R: 4526450 - H: 5409300
 Reliefformtyp: Aue
 Nutzung: Grünland

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
arAp	0-35	schluffiger Lehm, mit Kiesen, Ziegeln, neuzeitlicher Keramik, humos, braun, stark durchwurzelt, carbonatfrei;	I
aGro	35-60	schluffiger Ton, vereinzelte Kiese, schwach humos, rostbraun, stark gefleckt, carbonatfrei;	
aGor	60-85	schluffiger Ton, einzelne Kiese, dicht, schwach humos, graubraun, sehr heterogen in der Farbe (marmoriert), carbonatfrei;	II
aGr	85-120	schluffiger Ton, schwach humos, grau, carbonatfrei;	
fAh*Gr / Ghr	120-145	toniger Lehm, stark humos, bräunlich schwarz, carbonatfrei;	III
fAa*Gr	145-165	schluffiger Ton, sehr stark humos bis extrem humos, schwarz, viele pflanzliche Makroreste, Mollusken, sonst Matrix carbonatfrei;	
Gr	165-170	sandig-toniger Lehm, grau, glimmerreich, Pflanzenreste, carbonatfrei;	IV
Cn	170-200+	lehmgiger Sand, sehr stark kiesig, viele organische Großreste (Holz);	V

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = humoses Auensediment, IV = sandigeres Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-239 (Kleine Laaber 39)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung 0,80m

Aufnahmedatum: 26.08.96
 Höhe über NN: 353m
 Exposition: --

Lage: R: 4526475 - H: 5409280
 Reliefformtyp: Aue
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
239/1	0-20	aAh	0-20	sandig-lehmiger Schluff, einzelne Kiese, stark humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), carbonatfrei;	I
239/2	20-45	aM	20-45	toniger Lehm, skelettfrei, humos, 10YR 5/3 (matt gelblich braun), einzelne Manganflecken, carbonatfrei;	II
239/3	45-60	aGro	45-60	schwach schluffiger Ton, humos, 10YR 5/3 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	III
239/4	60-80	aGor	60-80	schwach schluffiger Ton, schwach humos, 2,5Y 5/1 (gelblich grau), als Grundfarbe, sehr heterogen in der Farbe (marmoriert), carbonatfrei;	
239/5	80-100	aGr	80-100	schwach schluffiger Ton, humos, 10YR 5/1 (bräunlich grau), carbonatfrei;	
239/6	100-135	fAh*Gr / Ghr	100-135	schluffiger Ton, humos, 10YR 3/2 (dunkelbraun), pflanzliche Makroreste, carbonatfrei;	IV
239/7	135-160	Gr	135-160	toniger Lehm, humos, 10YR 3/1 (bräunlich schwarz), carbonatfrei;	V
239/8	160-170	fAh*Gr + Cn	160-170	schluffiger Lehm, humos, 10YR 3/1 (bräunlich schwarz), sehr carbonatreich (mit Mollusken);	VI
239/9	170-180	Cn	170-200+	lehmiger Sand, kiesig bis sehr stark kiesig, sehr schwach humos, 2,5Y 4/2 (dunkel grünlich gelb), carbonathaltig;	VII
239/10	180-200				

Kurzinterpretation: I - V = Auenlehme, VI = Alm-Horizont mit hohem Humusgehalt, VII = Talauenschotter.

Bodenganalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	aAh	0-20	Sp	0,6	6,5	13,0	20,0	22,2	24,4	17,4	64,0	16,0	Uls	6,3	0,0	4,1	7,0	
2	IlaM	20-45	0,0	0,1	1,4	4,2	5,7	14,6	20,6	15,3	50,5	43,8	Uls	7,0	0,0	1,2	2,0	
3	IIlaGro	45-60	0,0	0,1	0,8	2,7	3,5	8,3	18,0	15,6	41,9	54,5	Tu2	7,1	0,0	0,8	1,4	
4	aGor	60-80	0,0	0,0	0,2	1,5	1,8	8,5	24,7	17,8	51,1	47,2	Tu2	6,7	0,0	0,5	0,8	
5	aGr	80-100	Sp	0,1	0,2	1,3	1,6	7,6	17,3	19,0	43,8	54,6	Tu2	5,7	0,0	1,7	2,9	
6	IVfAh*Gr / Ghr	100-135	0,0	0,1	0,5	3,0	3,6	15,2	20,3	16,3	51,8	44,5	Tu3	5,7	0,0	2,2	3,8	
7	VGr	135-160	0,0	0,1	1,8	11,4	13,2	17,2	16,2	9,2	42,6	44,1	Uls	6,1	0,0	1,4	2,5	
8	VI fAh*Gr / Ghr	160-170	Sp	0,5	9,0	11,8	21,3	17,6	20,2	18,2	56,0	22,7	Lu	7,4	42,9	2,0	3,4	
9	VII Cn	170-180	29,6	6,0	28,1	29,7	63,8	11,8	9,0	3,8	24,6	11,7	Sl3	7,5	3,5	0,5	0,8	
10		180-200	70,9	12,6	29,5	27,9	70,0	7,2	7,2	3,7	18,2	11,8	Sl3	7,6	5,3	n.b.	n.b.	

344 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7140-240a/240b (Kleine Laaber 40a/40b)
 Profilart: Hb/Ab
 Neigung: -
 Bodentyp: Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung 0,90m
 Doppelbohrung:

Aufnahmedatum: 29.08.96
 Höhe über NN: 353m
 Exposition: -

Lage: R: 4526485 - H: 5409260
 Reliefformtyp: Aue
 Nutzung: Grünland

Profil nicht als Gesamtprofil untersucht, bis in 170cm Tiefe schluffig-toniger Auenlehm auftretend.

Probe	Tiefe	Horizont	C (%)	Humus (%)	Carbonat (%)	Farbe	Skelett %	pH (CaCl2)
10	170-175	Gr	1,2	2,1	0,7	5Y 4/1 (grau)	0,0	6,1
11	175-180		1,4	2,3	1,1	5Y 4/1 (grau)	0,0	6,6
12	180-185		1,6	2,7	0,0	5Y 4/1 (grau)	0,0	7,0
13	185-190		1,6	2,8	5,2	5Y 4/1 (grau)	0,0	7,3
14	190-195		1,7	3,0	0,6	5Y 4/1 (grau)	0,0	n.b.
15	195-200		2,4	4,1	9,1	5Y 3/1 (oliv schwarz)	0,0	n.b.
16	200-205		2,5	4,3	6,1	10YR 3/1 (bräunlich schwarz)	0,0	n.b.
17	205-210		3,7	6,4	14,5	10YR 3/1 (bräunlich schwarz)	0,0	n.b.
18	210-215		5,2	9,0	45,0	10YR 3/1 (bräunlich schwarz)	0,0	n.b.
19	215-220		5,8	9,9	70,3	10YR 5/1 (bräunlich grau)	0,0	n.b.
20	220-225		8,9	15,2	70,9	10YR 5/1 (bräunlich grau)	0,0	n.b.
21	225-230	Cv+fAa	14,9	25,7	32,2	2,5Y 2/1 (schwarz)	0,0	n.b.
22	230-235	fifw	29,2	50,2	10,4	10YR 2/1 (schwarz)	0,0	n.b.
23	235-240		31,3	53,8	2,8	5Y 2/1 (schwarz)	0,0	n.b.
24	240-245		31,0	53,3	0,0	7,5YR 2/1 (schwarz)	0,0	n.b.
25	245-250	fAa	15,4	26,5	0,0	7,5YR 2/1 (schwarz)	0,0	n.b.
26	250-260		15,4	26,4	0,0	7,5YR 2/1 (schwarz)	0,0	n.b.
27	260-265		13,6	23,4	0,0	10YR 3/1 (bräunlich schwarz)	0,0	n.b.
28	265-270		19,8	34,0	0,0	7,5YR 2/1 (schwarz)	0,0	n.b.
29	270-275		15,5	26,6	0,0	7,5YR 2/1 (schwarz)	0,0	n.b.
30	275-280		14,2	24,4	0,0	7,5YR 2/1 (schwarz)	0,0	n.b.
31	280-285		13,6	23,3	0,0	10YR 3/1 (bräunlich schwarz)	0,0	n.b.
32	285-290	fAh*Gr	6,8	11,8	0,0	10YR 3/1 (bräunlich schwarz)	0,0	n.b.
33	290-295		6,2	10,6	0,0	10YR 4/1 (bräunlich schwarz)	0,0	n.b.
34	295-300		6,9	11,9	0,0	5Y 4/1 (grau)	0,0	n.b.
35	300-305		4,0	6,8	0,0	10YR 5/1 (bräunlich grau)	0,0	n.b.
36	305-310		3,5	6,0	0,0	10YR 5/1 (bräunlich grau)	0,0	n.b.
37	310-315		3,7	6,4	0,0	10YR 5/1 (bräunlich grau)	0,0	n.b.
38	315-320		3,4	5,9	n.b.	10YR 5/1 (bräunlich grau)	0,0	7,3
39	320-325		2,6	4,4	16,8	5Y 5/1 (grau)	2,5	7,4
40	325-330		2,6	4,5	13,8	10YR 5/1 (grau)	4,2	7,3
41	330-335		2,6	4,5	11,8	10YR 5/1 (grau)	1,4	7,4
42	335-340		2,1	3,6	n.b.	10YR 5/1 (grau)	6,7	7,4
43	340-345	Cn	n.b.	n.b.	n.b.	10YR 5/1 (grau)	28,9	7,5
44	345-350		n.b.	n.b.	n.b.	10YR 5/1 (grau)	54,6	7,4

Korngrößenanalyse ausgewählter Proben des Profils 7140-240 (Angaben in Gew.-%)

Probe	Tiefe	Horizont	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T	Bodenart
12	180-185	Gr	0,1	6,9	24,0	31,0	15,4	12,9	8,6	36,9	32,0	L12
13	185-190		0,1	9,9	30,2	40,2	15,8	11,3	7,5	34,6	25,1	L12
41	330-335	fAh*Gr	0,8	7,1	27,6	35,5	27,7	17,6	7,7	53,0	11,5	Uls
42	335-340		1,1	10,9	34,3	46,3	22,4	13,8	6,5	42,8	10,9	Slu
43	340-345	Cn	2,4	16,0	36,0	54,5	19,8	10,3	6,5	36,6	9,0	Sl3
44	345-350		3,9	16,9	46,3	67,1	13,3	7,0	3,7	24,0	8,9	Sl3

Kurzinterpretation: Proben 1-14 (0-195cm) = Auenlehme, aufgebaut entsprechend Nachbarprofil 7140-239; Proben 15-20 (195-225cm) = Alm, Probe 21 (225-230cm) = Alm/Torf-Übergang, Proben 22-31 (230-285cm) = Torf/Anmoor, Proben 32-42 (285-340cm) = humose Auensedimente, ab 320cm Tiefe kiesiger werdend, ab Probe 43 (340-345cm) Talauenschotter.

Radiocarbonatdatierungen an organischem Material (Profil 7140-240):

- a) aus 240-250cm Tiefe: 9245±110 BP (¹⁴C) (Hv 21703),
- b) aus 265-275cm Tiefe: 9995±115 BP (¹⁴C) (Hv 21702).

Profil-Nr.: 7140-241 (Kleine Laaber 41) Aufnahmedatum: 29.08.96 Lage: R:4526360 - H: 5409420
 Profilart: Hb Höhe über NN: 353m Relieförmtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Vega-Gley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,70m

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-20	toniger Schluff, stark humos, braun, carbonatfrei;	I
aM-Go	15-35	schluffiger Ton, mit Eisenkonkretionen, humos, carbonatfrei;	
aGr	35-70	schluffiger Ton, dicht, humos, graubraun, carbonatfrei;	II
fAh*Gr / Ghr	70-85	toniger Lehm, stark humos, braunschwarz, carbonatfrei;	III
Gr	85-145	toniger Lehm, z.T. sehr dicht, teilweise etwas kiesiger, grau, carbonatfrei;	IV
fAa	145-155	sehr stark humos bis extrem humos, schwarz, viele pflanzliche Makroreste, carbonatfrei;	V
Gr	155-230	sandig-toniger Lehm, nach unten hin kontinuierlich sandiger werdend, humos bis schwach humos, grau, mit vielen Pflanzenresten, carbonatfrei;	VI
Cn	230-250+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig.	VII

Kurzinterpretation: I - IV = Auenlehme, V = Anmoor, VI = sandiges Auensediment, VII = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-242 (Kleine Laaber 42) Aufnahmedatum: 29.08.96 Lage: R: 4526340 - H: 5409470
 Profilart: Hb Höhe über NN: 353m Relieförmtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Vega-Gley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,80m

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
242/1	0-20	aAh	0-20	schluffiger Ton, humos, 10YR 5/3 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	I
242/2	20-45	aM-Go	20-45	schluffiger Ton, humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), hoher Anteil an kleinen Eisenkonkretionen;	
242/3	45-60	aGro	45-60	schluffiger Ton, schwach humos, 10YR 5/2 (gräulich gelbbraun) und 5YR 5/6 (leuchtend rötlich braun), ebenfalls hoher Anteil an Eisenkonkretionen, carbonatfrei;	
242/4	60-100	aGr	60-125	schluffiger Ton bis schluffiger Lehm, schwach humos, 10YR 5/1 (bräunlich grau) und 5Y 5/2 (gräulich oliv), carbonatfrei;	
242/5	105-125				II
242/6	125-150	aGr	125-165	schluffiger Ton, sehr schwach bis schwach humos, 5Y 5/1 bis 5Y 4/1 (grau), carbonatfrei;	
242/7	150-165				III
242/8	165-180	III fHw	165-210	organisch, sehr viele pflanzliche Makroreste, 7.5Y 2/1 (schwarz), carbonatfrei, [Radiocarbonatierung an organischem Material aus 165-180cm Tiefe: 8965±70 BP (¹⁴ C) (Hv 21705)];	
242/9	185-200				
242/10	200-210				
242/11	210-220	fAa	210-220	anmoorig, 10YR 2/1 (schwarz), carbonatfrei, [Radiocarbonatierung an organischem Material aus 210-220cm Tiefe: 9675±95 BP (¹⁴ C) (Hv 21704)];	
242/12	225-240	fAh*Gr / Ghr	220-240	schwach schluffiger Ton, stark humos, 10YR 5/1 (bräunlich grau), carbonatfrei;	IV
242/13	240-255	Gr	240-260	lehmiger Sand, 5Y 6/1 (grau), carbonatfrei;	V
242/14	260-300	Cn	260-310+	schwach lehmiger Sand, sehr stark kiesig, 5Y 5/1 (grau), carbonatfrei;	VI

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = Niedermoortorf/Anmoor, IV = humoses, tonig-schluffiges Auensediment, V = sandiges Auensediment, VI = Talauenschotter.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %											Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T							
1	aAh	0-20	0,0	0,1	1,1	4,5	5,8	20,6	26,2	15,5	62,7	31,5	Tu3	6,2	0,0	1,6	2,8		
2	aM-Go	20-45	0,0	0,1	1,0	4,9	5,9	21,4	25,1	12,8	59,2	34,8	Tu3	6,4	0,0	1,6	2,7		
3	aGro	45-60	0,0	0,2	1,3	3,3	4,9	17,0	26,6	14,8	58,4	36,7	Tu3	6,3	0,0	1,0	1,7		
4	aGr	60-100	0,0	0,6	4,6	8,5	13,8	28,0	23,0	9,3	60,4	25,9	Lu	5,9	0,0	0,8	1,3		
5		105-125	0,0	0,2	2,3	4,6	7,0	20,7	25,8	11,7	58,3	34,7	Tu3	6,2	0,0	0,4	0,7		
6	IIaGr	125-150	0,0	0,3	4,7	8,7	13,7	21,9	22,4	8,8	53,1	33,2	Tu3	6,4	0,0	0,7	1,2		
7		150-165	0,0	0,1	1,6	3,6	5,3	15,2	25,5	14,0	54,7	40,1	Tu3	6,5	0,0	1,6	2,8		
8	III fHw	165-180	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	6,1	0,0	30,2	52,0		
9		185-200	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	5,8	0,0	29,4	50,5		
10		200-210	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	5,8	0,0	28,5	49,0		
11	fAa	210-220	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	6,3	0,0	13,2	22,7		
12	IV fAh*Gr / Ghr	225-240	0,0	0,0	0,3	1,0	1,3	11,1	22,7	13,4	47,2	51,6	Tu2	7,0	0,0	2,6	4,4		
13	VGr	240-255	0,0	38,5	21,5	9,5	69,4	9,4	6,4	4,7	20,4	10,1	Si3	7,1	0,0	0,9	1,5		
14	VICn	260-300	68,9	37,1	19,5	12,6	69,2	8,8	8,5	6,0	23,3	7,5	Si2	6,7	0,0	0,7	1,3		

346 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7140-243 (Kleine Laaber 43) Aufnahme datum: 29.08.96 Lage: R: 4526260 - H: 5409570
 Profilart: Hb Höhe über NN: 354m Relief formtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Acker
 Bodentyp: pseudovergleyter Kolluvisol über Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 1,00m

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	toniger Schluff, stark humos, braun, carbonatfrei;	I
M-Sw-Go	30-70	toniger Lehm, einzelne Kiese, mit Eisenkonkretionen, humos, carbonatfrei;	
aM-Gro	70-90	schluffiger Ton, dicht, humos, graubraun, carbonatfrei, Ziegelbruchstückchen in ca. 90cm Tiefe;	II
fAh*Gr / Ghr	70-85	toniger Lehm, stark humos, bräunlich schwarz, carbonatfrei, Holz;	III
Gr	85-145	toniger Lehm, z.T. sehr dicht, teilweise etwas kiesig, grau, carbonatfrei;	IV
fAh*Gr / Ghr	145-155	toniger Lehm, humos, braungrau, viele pflanzliche Makroreste, carbonatfrei, vergleichsweise schwach ausgeprägt;	V
Gr	155-215	sandig-toniger Lehm, humos bis schwach humos, grau, carbonatfrei;	VI
Cn	215-220+	lehmniger Sand, sehr stark kiesig;	VII

Kurzinterpretation: I = Hangkolluvium, II - V = Auenlehme, teilweise humoser, VI = sandiges Auensediment, VII = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-244 (Kleine Laaber 44) Aufnahme datum: 29.08.96 Lage: R: 4526300 - H: 5409520
 Profilart: Hb Höhe über NN: 354m Relief formtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Acker
 Bodentyp: pseudovergleyter Kolluvisol über Auengley
 Grundwasserstand bei Bohrung: 1,00m

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-25	toniger Schluff, stark humos, braun, carbonatfrei;	I
M-Sd	25-40	toniger Lehm, humos, carbonatfrei;	
aM-Go	40-55	schluffiger Ton, dicht, schwach humos, graubraun, carbonatfrei;	II
aGro	55-70	toniger Lehm, humos, graubraun, carbonatfrei;	
fAh*Gr / Ghr	70-110	toniger Lehm, stark humos, braun, carbonatfrei;	III
Gr	110-165	toniger Lehm, humos, braungrau, viele pflanzliche Makroreste, carbonatfrei, vergleichsweise schwach ausgeprägt, sandig-toniger Lehm, humos bis schwach humos, grau, carbonatfrei;	IV
Cn	165-275+	lehmniger Sand, sehr stark kiesig;	V

Kurzinterpretation: I = Hangkolluvium, II - IV = Auenlehme, teilweise humoser, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-245 (Kleine Laaber 45) Aufnahme datum: 03.09.96 Lage: R: 4526880 - H: 5408840
 Profilart: Hb Höhe über NN: 355m Relief formtyp: Unterhang
 Neigung: 2° Exposition: NNW Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol
 Grundwasser bei Bohrung in 3,20m anstehend

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	sandig-toniger Lehm, braun, carbonatfrei;	I
M-Sw	30-140	sandig-toniger Lehm, einzelne Kiese führend, braun, humos, carbonatfrei, Keramik, Ziegel, Holzkohle, leicht pseudovergleyt;	
Sd	140-180	sandiger Lehm, dicht, carbonatfrei;	II
Cv	180-225	toniger Sand, Eisen- und Manganverbackungen, schwarzbraun, carbonatfrei;	III
Cv	225-260	schluffiger Ton, vereinzelte Kiese, carbonatfrei;	IV
Cv	260-365	schluffiger Ton, carbonathaltige Bruchstücke und auch carbonathaltige Matrix;	V
Cv	365-370	Eisen- und Mangankonkretionshorizont, fest verbacken;	VI
Cn	370-400+	reiner Sand, rötlich braun, carbonatfrei;	VII

Kurzinterpretation: I = Hangkolluvium, II = Bodenrest, III, IV = Terrassenrest (Niederterrasse), V = tertiäre Mergel, VI = Eisen- und Mangankonkretionshorizont, VII = tertiäre Feldspatsande.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-246 (Kleine Laaber 46) Aufnahme datum: 03.09.96 Lage: R: 4526940 - H: 5408780
 Profilart: Hb Höhe über NN: 356m Relief formtyp: Unterhang
 Neigung: 1° Exposition: NNW Nutzung: Acker
 Bodentyp: (Acker-)Regosol

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	sandig-toniger Lehm, braun, carbonatfrei;	I
IC	30-60	lehmniger Sand, rötlich braun, carbonatfrei;	II
Cn	60-110+	reiner Sand, sehr stark kiesig, carbonatfrei;	III

Kurzinterpretation: I = Hangkolluvium, II = Flugsand?, III = Niederterrassenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-247 (Kleine Laaber 47)
 Profilart: Hb
 Neigung: 3°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 03.09.96
 Höhe über NN: 355,5m
 Exposition: NNW

Lage: R: 4526925 - H: 5408800
 Reliefmformtyp: Unterhang
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	sandig-toniger Lehm, stark humos, braun, carbonatfrei;	I
M	30-60	sandig-toniger Lehm, kiesig, humos bis schwach humos, rötlich braun, carbonatfrei;	
Cn	60-110+	reiner Sand, sehr stark kiesig, carbonatfrei;	II

Kurzinterpretation: I = Hangkolluvium, II = Niederterrassenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-248 (Kleine Laaber 48)
 Profilart: Hb
 Neigung: 3°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 03.09.96
 Höhe über NN: 355,5m
 Exposition: NNW

Lage: R: 4526905 - H: 5408820
 Reliefmformtyp: Unterhang
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	sandig-toniger Lehm, stark humos, braun, carbonatfrei;	I
M	30-130+	sandig-toniger Lehm, nach unten hin kiesiger, humos bis schwach humos, rötlich braun, carbonatfrei;	

Kurzinterpretation: I = Hangkolluvium; kein Niederterrassenschotter erbohrt.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-249 (Kleine Laaber 49)
 Profilart: Hb
 Neigung: -
 Bodentyp: pseudovergleyter Kolluvisol über Anmoor
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,90m

Aufnahmedatum: 23.09.96
 Höhe über NN: 354m
 Exposition: -

Lage: R: 4526280 - H: 5409570
 Reliefmformtyp: Aue
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	toniger Schluff, stark humos, braun, einzelne Kiese, Ziegel, carbonatfrei;	I
M-Sw-Go	30-55	toniger Lehm, einzelne Kiese, mit Eisenkonkretionen, marmoriert, humos, carbonatfrei, Holzkohleflitter;	
fAh*Gr / Ghr	55-80	toniger Lehm, stark humos, bräunlich schwarz, carbonatfrei;	II
Gr	80-85	toniger Lehm, humos, grau, carbonatfrei;	IV
fAa	85-110	toniger Lehm, anmoorig, bräunlich schwarz, viele pflanzliche Makroreste, z.T. fast unzersetzt, carbonatfrei;	V
fAh*Gr	110-155	Übergangshorizont, toniger Lehm, stark humos, einige pflanzliche Makroreste;	
Gr	155-250	sandig-toniger Lehm, humos, z.T. organische Großreste (Holz), grau, carbonatfrei;	VI
Cn	250-400+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, organische Großreste (Holz in 370cm Tiefe);	VII

Kurzinterpretation: I = Hangkolluvium, II - IV = Auenlehme, V = Anmoor, VI = sandiges Auensediment, VII = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-250 (Kleine Laaber 50)
 Profilart: Hb
 Neigung: -
 Bodentyp: pseudovergleyter Kolluvisol über Anmoor
 Grundwasserstand bei Bohrung: 0,90m

Aufnahmedatum: 23.09.96
 Höhe über NN: 354m
 Exposition: -

Lage: R: 4526300 - H: 5409570
 Reliefmformtyp: Aue
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Ton, stark humos, braun, einzelne Kiese, carbonatfrei;	I
M-Sw-Go	30-55	toniger Lehm, einzelne Kiese, mit Eisenkonkretionen, marmoriert, humos, carbonatfrei, Holzkohleflitter;	
fAh*Gro	55-70	Übergangshorizont, stark humos, einzelne Pflanzenreste;	II
fAa	70-90	toniger Lehm, anmoorig, schwarz, viele pflanzliche Makroreste, z.T. fast unzersetzt, carbonatfrei;	
Gr	90-115	toniger Lehm, humos, grau, carbonatfrei;	III
fAh*Gr	115-150	Übergangshorizont, toniger Lehm, stark humos, einige pflanzliche Makroreste;	IV
Gr	150-205	sandig-toniger Lehm, einzelne Kiese, humos, viele Pflanzenreste, grau, carbonatfrei;	V
Cn	205-235+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig;	VI

Kurzinterpretation: I = Hangkolluvium, II = Anmoor, III - V = tonige bis sandige Auensedimente, VI = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

348 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7140-251 (Kleine Laaber 51) **Aufnahmedatum: 23.09.96** **Lage: R: 4526300 - H: 5409570**
Profilart: Hb **Höhe über NN: 354m** **Reliefformtyp: Aue**
Neigung: -- **Exposition: --** **Nutzung: Acker**
Bodentyp: pseudovergleyter Kolluvisol über Anmoor
Grundwasserstand bei Bohrung: 0,90m

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-25	schluffiger Ton, stark humos, braun, einzelne Kiese, carbonatfrei;	I
M-Sw-Go	25-75	toniger Lehm, einzelne Kiese, mit Eisenkonkretionen, marmoriert, humos, carbonatfrei, Holzkohleflitter,	
fAa	75-135	toniger Lehm, ammoorig, schwarz, viele pflanzliche Makroreste, z.T. fast unzersetzt, carbonatfrei;	
Gr	135-160	toniger Lehm, humos, einige pflanzliche Makroreste, grau, carbonatfrei;	III
fAh*Gr	160-175	Übergangshorizont, toniger Lehm, stark humos, einige pflanzliche Makroreste;	IV
Gr	175-230	toniger Lehm, nach unten hin tonig-sandig werdend, humos, viele Pflanzenreste, grau, carbonatfrei;	V
Cn	230-250+	lehnmiger Sand, sehr stark kiesig;	VI

Kurzinterpretation: I = Hangkolluvium, II = Anmoor, III - V = Auenlehme, VI = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

9.1.1.3 Geiselhöring (Auen- und Hangsedimente)

Profil-Nr.: 7140-301 (Geiselhöring 1) **Aufnahmedatum: 07.10.96** **Lage: R: 4528080 - H: 5409500**
Profilart: Hb **Höhe über NN: 349m** **Reliefformtyp: Hangfuß/Aue**
Neigung: < 1° **Exposition: N** **Nutzung: Acker**
Bodentyp: Kolluvisol
Gesamtes Profil carbonatfrei

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), stark durchwurzelt;	I
M	30-55	schluffiger Ton bis schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun);	
M	55-70	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/4 (braun);	II
M-fAh	70-100	tonig-sandiger Lehm, schwach kiesig, 10YR 3/1 (bräunlich schwarz), speckig, vorgeschichtliche Keramik führend,	III
Cn+fAh	100-120+	lehnmiger Sand, sehr stark kiesig, sehr schwach humos, 10YR 2/2 (bräunlich schwarz);	IV

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, sandig, III = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), IV = humoser Horizont im Talauenschotter entwickelt.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-302 (Geiselhöring 2) **Aufnahmedatum: 07.10.96** **Lage: R: 4528080 - H: 5409490**
Profilart: Hb **Höhe über NN: 349m** **Reliefformtyp: Hangfuß/Aue**
Neigung: < 1° **Exposition: N** **Nutzung: Acker**
Bodentyp: Kolluvisol
Gesamtes Profil carbonatfrei

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), stark durchwurzelt;	I
M	30-50	schluffiger Ton bis schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/4 (braun);	
M	50-90	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun);	II
Cn+fAh	90-100+	lehnmiger Sand, sehr stark kiesig, sehr schwach humos, 10YR 2/2 (bräunlich schwarz);	III

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, sandig, III = humoser Horizont im Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-303 (Geiselhöring 3) **Aufnahmedatum: 07.10.96** **Lage: R: 4528070 - H: 5409480**
Profilart: Hb **Höhe über NN: 349m** **Reliefformtyp: Hangfuß/Aue**
Neigung: < 1° **Exposition: N** **Nutzung: Acker**
Bodentyp: Kolluvisol
Gesamtes Profil carbonatfrei

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), stark durchwurzelt;	I
M	30-70	schluffiger Ton bis schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/4 (braun) bis 10YR 4/2 (gräulich gelbbraun);	
M	70-80	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), keramikführend;	II
M-S (fAh)	80-120	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, 10YR 2/2 (bräunlich schwarz);	III
aCv	120-140	lehnmig-toniger Sand, kiesig, schwach humos, 5Y 5/2 (gräulich oliv) bis 5Y 6/3 (oliv gelb);	IV
Cn	140-150+	lehnmiger Sand, sehr stark kiesig, sehr schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun);	V

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, sandig, keramikführend, III = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), IV = sandiges Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-304 (Geiselhöring 4) Aufnahme datum: 07.10.96 Lage: R: 4528060 - H: 5409470
 Profilart: Hb Höhe über NN: 349m Relief formtyp: Hangfuß/Aue
 Neigung: < 1° Exposition: N Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol
 Gesamtes Profil carbonatfrei

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
304/1	0-20	Ap	0-20	stark schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), stark durchwurzelt;	I
304/2	20-45	M	20-65	stark schluffiger Ton bis schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun);	
304/3	45-65				
304/4	65-80	M	65-100	schwach sandiger bis schwach toniger Lehm, schwach kiesig, schwach humos, 10YR 3/2 bis 10YR 3/1 (bräunlich schwarz), vorgeschichtliche Keramik führend;	II
304/5	80-90				
304/6	90-100			einzelne Toncutane?;	
304/7	100-110	M-S (fAh)	100-110	sandiger Lehm, schwach kiesig, 10YR 3/1 (bräunlich schwarz), speckig, archäologisch steril;	III
304/8	115-125	aCv	110-135	stark lehmiger Sand, kiesig, sehr schwach humos, 10YR 4/2 (gräulich gelb braun);	IV
304/9	125-135				
304/10	135-145	Cn	135-145+	(stark) lehmiger Sand, sehr stark kiesig, sehr schwach humos, 2,5Y4/2 (dunkel gräulich gelb);	V
304/11	150-155				
304/12	160-165				

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, lößdominiert II = Kolluvium, sandig, charakterisiert durch Konzentration an Keramik, III = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), IV = sandiges Auensediment, V = Talauenschotter.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T	U4					
1	Ap	0-20	Sp.	0,7	6,1	6,5	13,3	31,3	27,6	9,7	68,5	18,2	U4	6,1	0,0	0,6	1,0	
2	M	20-45	Sp.	0,8	5,8	7,0	13,6	30,0	27,0	9,8	66,7	19,7	U4	6,2	0,0	1,0	1,8	
3		45-65	Sp.	1,0	8,7	8,4	18,0	26,7	24,9	9,4	61,0	20,9	Lu	6,5	0,0	0,6	1,0	
4	IIIM	65-80	3,2	2,5	17,4	15,1	35,0	20,0	16,4	7,0	43,4	21,6	LS2	6,5	0,0	0,6	1,0	
5		80-90	2,7	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	6,6	0,0	0,7	1,2	
6		90-100	2,0	2,4	17,9	16,7	36,9	16,5	14,1	6,2	36,8	26,3	LS2	6,7	0,0	0,8	1,3	
7	IIIM-S (fAh)	100-110	4,4	2,3	22,0	24,9	49,2	16,8	10,2	4,5	31,6	19,2	LS3	6,8	0,0	0,6	1,0	
8	IVCv	115-125	10,7	4,7	27,2	26,0	57,8	15,0	8,5	4,3	27,8	14,4	LS4	6,8	0,0	0,2	0,3	
9		125-135	14,1	5,5	33,3	29,2	68,1	11,0	6,2	2,8	19,9	12,0	LS4	6,9	0,0	0,1	0,1	
10	VCn	135-145	38,6	8,9	33,5	23,2	65,5	12,1	6,4	3,1	21,7	12,8	LS4	6,8	0,0	0,2	0,3	
11		150-155	69,2	25,2	39,6	12,7	77,4	6,7	3,9	1,8	12,4	10,1	LS3	6,7	0,0	0,2	0,3	
12		160-165	65,4	19,4	42,2	14,3	76,0	7,8	4,3	1,9	14,1	9,9	LS3	6,7	0,0	0,2	0,3	

Profil-Nr.: 7140-305 (Geiselhöring 5) Aufnahme datum: 07.10.96 Lage: R: 4528050 - H: 5409460
 Profilart: Hb Höhe über NN: 349m Relief formtyp: Hangfuß/Aue
 Neigung: < 1° Exposition: N Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol
 Gesamtes Profil carbonatfrei, archäologisch steril

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt;	I
M	30-70	schluffiger Ton bis schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, braun;	
M-S	70-85	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, braun;	II
M-S (fAh)	85-105	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, bräunlich schwarz, speckig;	III
aCv	105-140	lehmig-toniger Sand, kiesig, schwach humos, oliv;	IV
Cn	140-150+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, sehr schwach humos, gelbbraun;	V

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, sandig, III = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), IV = sandiges Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-306 (Geiselhöring 6) Aufnahme datum: 08.10.96 Lage: R: 4528040 - H: 5409450
 Profilart: Hb Höhe über NN: 349m Relief formtyp: Hangfuß/Aue
 Neigung: < 1° Exposition: N Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol
 Grundwasserstand bei Bohrung 1,85m
 Gesamtes Profil carbonatfrei, archäologisch steril

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, 7,5YR 4/3 (braun), stark durchwurzelt;	I
M	30-55	schluffiger Ton bis schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 7,5YR 4/4 (braun);	
M-S	55-90	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 7,5YR 3/4 (braun);	II
M-S (fAh)	90-125	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, 7,5YR 3/2 (bräunlich schwarz), speckig;	III
Cn	125-140+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, sehr schwach humos, gelbbraun;	IV

Kurzinterpretation: I = junges Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, sandig, III = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), IV = Talauenschotter.

350 9 Dokumentation

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-307/308 (Geiselhöring 7/8) Aufnahme datum: 08.10.96 Lage: R: 4528030/45208020 - H: 5409440/5409430
 Profilart: Hb Höhe über NN: 349m Relief formtyp: Hangfuß/Aue
 Neigung: < 1° Exposition: N Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol
 Gesamtes Profil carbonatfrei

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), stark durchwurzelt;	I
M	30-70	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/4 (braun), undatierte Keramik führend;	
M-S	70-80	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/2 (gräulich gelbbraun);	II
M-S (fAh)	80-90	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, 7,5YR 2/2 (bräunlich schwarz), speckig;	III
aCv	90-95	lehmig-toniger Sand, kiesig, schwach humos, oliv;	IV
Cn	95-100+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, sehr schwach humos, gelbbraun;	V

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, sandig, III = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), IV = sandiges Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-309 (Geiselhöring 9) Aufnahme datum: 09.10.96 Lage: R: 4528010 - H: 5409420
 Profilart: Hb Höhe über NN: 349m Relief formtyp: Hangfuß/Aue
 Neigung: < 1° Exposition: N Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol
 Gesamtes Profil carbonatfrei

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, Holzkohleflitter;	I
M	30-45	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), Holzkohle;	
M-S	45-65	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), Holzkohleflitter führend;	II
M-S (fAh)	65-80	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, 7,5YR 2/2 (bräunlich schwarz), stark hydromorph, Holzkohle, speckig;	III
Cn	80-100+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig (vorwiegend Quarze, auch Sandsteine), schwach humos, braun;	IV

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, sandig, III = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-310 (Geiselhöring 10) Aufnahme datum: 09.10.96 Lage: R: 4528000 - H: 5409410
 Profilart: Hb Höhe über NN: 349m Relief formtyp: Hangfuß/Aue
 Neigung: < 1° Exposition: N Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol
 Gesamtes Profil carbonatfrei

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt;	I
M	30-50	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, dunkelbraun, dicht;	
M-S	50-65	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, dunkelbraun;	II?
M-S (fAh)	65-75	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, bräunlich schwarz, stark hydromorph, Holzkohle, speckig;	III
Cn	75-80+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig (vorwiegend Quarze, auch Sandsteine), schwach humos, braun;	IV

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, sandig, III = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-311 (Geiselhöring 11) Aufnahme datum: 09.10.96 Lage: R: 4527990 - H: 5409380
 Profilart: Hb Höhe über NN: 349m Relief formtyp: Hangfuß/Aue
 Neigung: < 1° Exposition: N Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol
 Gesamtes Profil carbonatfrei

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt;	I
M	30-40	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, dunkelbraun;	
M-S	40-60	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, dicht, dunkelbraun;	II
M-S (fAh)	60-80	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, bräunlich schwarz, stark hydromorph, undatierte Keramik, wahrscheinlich vorgeschichtlich, speckig;	III
Cn	80-85+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, schwach humos, braun;	IV

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, sandig, III = Kolluvium/Laufhorizont?, IV = Talauenschotter;

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-312 (Geiselhöring 12) Aufnahme datum: 09.10.96 Lage: R: 4527970 - H: 5409360
 Profilart: Hb Höhe über NN: 349m Relief formtyp: Hangfuß/Aue
 Neigung: < 1° Exposition: N Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol
 Gesamtes Profil carbonatfrei

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt;	I
M	35-60	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, dicht, dunkelbraun, Holzkohle;	II
M-S	60-70	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, dunkelbraun;	
M-S (FAh)	70-95	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, bräunlich schwarz, stark hydromorph, undatierte Keramik, wahrscheinlich vorgeschichtlich, speckig;	
Cn	95-100+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, schwach humos, braun;	IV

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, sandig, III = Kolluvium/Laufhorizont?, IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-313 (Geiselhöring 13) Aufnahme datum: 09.10.96 Lage: R: 4527960 - H: 5409330
 Profilart: Hb Höhe über NN: 349m Relief formtyp: Hangfuß/Aue
 Neigung: < 1° Exposition: N Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol
 Gesamtes Profil carbonatfrei

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
313/1	0-20	Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, Skeletgehalt z.T. auch auf Ziegelbruchstücke und Keramik zurückzuführen, humos, 10YR 5/3 (matt gelblich braun), stark durchwurzelt;	I
313/2	30-50	M	30-60	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, dicht, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), Ziegel und Holzkohlen mit einer Konzentration der Holzkohlen in 50-60cm Tiefe;	II
313/3	50-60	M-S	60-70	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 4/1 (bräunlich grau) bis 10YR 4/2 (gräulich gelbbraun), Keramik, hydromorph beeinflusst;	
313/4	60-70	M-S (FAh)	70-90	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), stark hydromorph, undatierte Keramik, wahrscheinlich vorgeschichtlich, speckig;	
		Cn	90-100+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, schwach humos, braun;	IV

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, sandig-tonig, III = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), IV = Talauenschotter.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-20	1,5	1,8	9,9	10,9	22,5	28,0	18,4	9,4	55,8	21,7	Lu	6,1	0,0	1,7	2,8	
2	M	30-50	Sp	0,8	6,1	7,0	13,9	20,4	22,8	11,9	55,2	30,9	Tu3	6,5	0,0	0,8	1,4	
3		50-60		1,7	1,2	9,8	9,7	20,7	18,5	18,2	12,3	49,1	Lt2	6,5	0,0	0,8	1,4	
4	IIIM-S	60-70		1,5	1,8	16,3	12,8	30,9	17,1	14,2	9,5	40,8	Lt2	6,7	0,0	0,9	1,6	
5	IIIM-S (FAh)	75-85		3,2	1,9	20,6	16,0	38,5	15,4	11,5	9,7	36,6	Ls3	6,8	0,0	0,8	1,4	

Profil-Nr.: 7140-314 (Geiselhöring 14) Aufnahme datum: 09.10.96 Lage: R: 4527950 - H: 5409300
 Profilart: Hb Höhe über NN: 349m Relief formtyp: Hangfuß/Aue
 Neigung: < 1° Exposition: N Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol
 Grundwasserstand bei Bohrung: ca. 1,45m

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt;	I
M	30-50	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, dicht, dunkelbraun, Holzkohle;	II
M-Sw	50-65	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, dunkelbraun, hydromorph;	
M-Sd (FAh)	65-105	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, bräunlich schwarz, stark hydromorph, Holzkohleflitter, Molluskensplitter, speckig;	
aCv	105-135	tonig-lehmiger Sand, schwach humos, grau;	IV
Cn	135-150	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, schwach humos, braun;	V

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, sandig, III = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), IV = sandiges Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

352 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7140-315 (Geiselhöring 15)
 Profilart: Hb
 Neigung: < 1°
 Bodentyp: Kolluvisol
 Profil carbonatfrei

Aufnahmedatum: 09.10.96
 Höhe über NN: 349m
 Exposition: N

Lage: R: 4528050 - H: 5409510
 Reliefmorph: Hangfuß/Aue
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt;	I
M	30-60	toniger Schluff, sehr schwach kiesig, humos, locker, hellbraun;	
M-Sw	60-85	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, dunkelbraun, hydromorph mit Eisen- und Manganausfällungen, Holzkohleflitter,	II
M-Sd (fAh)	85-115	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, bräunlich schwarz, stark hydromorph, Holzkohleflitter, abgerollte Keramikbruchstücke, undatiert, speckig,	III
M-Sd+Cn	115-120	w.o., mit höherem Kiesanteil, fast als Kieslage ausgebildet;	
aCv	120-145	tonig-lehmiger Sand, fast kiesfrei, schwach humos, grau;	IV
Cn	145-165+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, schwach humos, braun;	V

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, II = Kolluvium, III = Kolluvium/Laughorizont? (vorgeschichtlich), IV = sandiges Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-316 (Geiselhöring 16)
 Profilart: Hb
 Neigung: < 1°
 Bodentyp: Kolluvisol
 Profil carbonatfrei

Aufnahmedatum: 09.10.96
 Höhe über NN: 349m
 Exposition: N

Lage: R: 4528070 - H: 5409530
 Reliefmorph: Hangfuß/Aue
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, dunkelbraun, stark durchwurzelt;	I
M	30-60	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, locker, hellbraun;	
M-Sw	60-85	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, dunkelbraun, hydromorph mit Mangankonkretionen, Keramikbruchstücke in 70cm Tiefe;	II
M-Sd (fAh)	85-115	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, bräunlich schwarz, stark hydromorph, speckig,	III
aCv	115-140	tonig-lehmiger Sand, fast kiesfrei, schwach humos, grau;	IV
Cn	140-150+	lehmig-toniger Sand, sehr stark kiesig, schwach humos, braun;	V

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, sandig, III = Kolluvium/Laughorizont? (vorgeschichtlich), IV = Auensediment, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-317 (Geiselhöring 17)
 Profilart: Hb
 Neigung: < 1°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 09.10.96
 Höhe über NN: 349m
 Exposition: N

Lage: R: 4528030 - H: 5409490
 Reliefmorph: Hangfuß/Aue
 Nutzung: Acker

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
317/1	0-20	Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), carbonatfrei;	
317/2	35-45	M	30-60	schluffiger Lehm, schwach kiesig, humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), Holzkohle und Keramik, carbonatfrei bis sehr carbonatarm;	
317/3	45-60				
317/4	65-75	Mc-Sw	60-80	schluffiger Lehm, schwach kiesig, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), Laßkindel, carbonathaltig, Keramik, hydromorph;	II
317/5	80-95	M-Sd (fAh)	80-115	sandiger bis schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, 10YR 2/2 (bräunlich schwarz), carbonatfrei, speckig, stark hydromorph, Keramik und Holzkohlen;	III
317/6	95-110	aCv	115-125	sandiger Lehm, schwach kiesig, sehr schwach humos, 2,5YR 5/2 (gräulich rot);	IV
317/7	115-125				
317/8	125-140	Cn	125-140+	sandiger Lehm, kiesig, sehr schwach humos, 2,5YR 4/2 (gräulich rot), Holzkohleflitter,	V

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, vorwiegend lößbürtig, II = Kolluvium, carbonathaltig, III = Kolluvium/Laughorizont? (vorgeschichtlich), IV = sandiges Auensediment, V = Talauenschotter.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-20	1,0	1,7	8,2	9,0	18,9	24,5	23,7	9,7	58,0	23,1	Lu	7,0	0,0	1,5	2,6	
2	M	35-45	4,1	1,7	10,3	9,8	21,8	22,9	24,2	10,3	57,4	20,8	Lu	7,2	0,0	1,8	3,2	
3		45-60	6,0	3,1	12,0	10,9	25,9	22,8	21,9	10,4	55,1	19,0	Lu	7,4	Sp.	1,8	3,1	
4	IIIMc-Sw	65-75	4,8	4,6	13,2	13,2	31,0	26,1	18,7	6,9	51,7	17,3	Lu	7,5	7,1	0,8	1,4	
5	IIIM-Sd (fAh)	80-95	1,2	1,2	11,8	10,8	23,8	23,3	22,0	8,1	53,5	22,7	Lu	7,2	0,0	1,3	2,2	
6	IVaCv	95-110	1,1	1,3	19,8	20,4	41,6	16,3	13,9	5,9	36,0	22,4	Ls3	7,4	0,0	0,7	1,2	
7		115-125	4,1	2,7	21,9	21,6	46,2	16,5	13,4	5,9	35,8	18,0	Ls3	7,5	0,0	0,2	0,4	
8	VCn	125-140	27,8	6,5	20,8	20,8	48,1	15,9	12,6	5,3	33,7	18,2	Ls3	7,5	0,0	0,3	0,5	

Profil-Nr.: 7140-318 (Geiselhöring 18)
 Profilart: Hb
 Neigung: < 1°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 10.10.96
 Höhe über NN: 349m
 Exposition: N

Lage: R: 4527990 - H: 54094410
 Reliefmorphotyp: Hangfuß/Aue
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, braun, stark durchwurzelt, carbonatarm, Lößkindel eingearbeitet;	I
Mc	30-45	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, locker, hellbraun, carbonathaltig, toniger Lehm, sehr schwach kiesig, z.T. auch größere Kiese (> 5cm) humos, braun, hydromorph mit Mangankonkretionen, Keramikbruchstücke, carbonatfrei bis carbonatarm im unteren Bereich, insgesamt heterogener Aufbau;	II
M-Sw	45-70		
M-Sd (fAh)	70-85	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, dunkelbraun, stark hydromorph, speckig;	III
fAh+Cn	140-150+	lehmig-toniger Sand, sehr stark kiesig, humos, braun;	IV

Kurzinterpretation: I = neuzeitliches Löß-Kolluvium, II = Kolluvium, III = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), IV = Übergang zum Talauenschotter;

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-319 (Geiselhöring 19)
 Profilart: Hb
 Neigung: < 1°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 09.10.96
 Höhe über NN: 348,5m
 Exposition: N

Lage: R: 4528010 - H: 5409470
 Reliefmorphotyp: Hangfuß/Aue
 Nutzung: Acker

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
319/1	0-25	Ap	0-30	schwach schluffiger Ton, humos, 10YR 4/2 (gräulich gelbbraun), carbonatfrei, Keramikbruchstücke;	II
319/2	40-60	M-Sw	30-80	stark schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, Mangankonkretionen, schwach hydromorph, schwach humos, 10YR 5/3 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	
319/3	60-80	M-Sd	80-100	schluffiger Lehm, sehr schwach humos, 2,5Y 4/2 (dunkel gräulich gelb), carbonatfrei;	III
319/4	85-100		100-110	sandiger Lehm, schwach humos, 10YR 3/1 (bräunlich schwarz), carbonatfrei;	
319/5	100-110	M-Sd (fAh)	100-110	schwach toniger Lehm, sehr stark kiesig, schwach humos, 10YR 4/1 (bräunlich grau), carbonatfrei;	IV
319/6	110-120	Cn+fAh	110-140	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, sehr schwach humos, grau	
n.b.		Cn	140-170+		

Kurzinterpretation: I = Ackerhorizont aus neuzeitlichem Kolluvium, II = pseudovergleytes Kolluvium, III = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), IV = Talauenschotter.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-25	Sp.	1,7	9,9	10,0	21,6	24,6	28,8	15,1	68,5	9,9	Urt2	6,6	0,0	1,6	2,7	
2	III-M-Sw	40-60	Sp.	0,6	3,3	4,7	8,6	28,6	30,8	10,9	70,4	21,0	Urt4	6,7	0,0	0,8	1,3	
3	M-Sd	60-80	Sp.	1,4	3,9	5,5	10,8	33,0	26,2	8,9	68,1	21,1	Urt4	6,7	0,0	0,4	0,7	
4		85-100	Sp.	3,0	10,3	10,0	23,2	28,7	19,1	7,3	55,0	21,7	Lu	6,7	0,0	0,4	0,7	
5	III-M-Sd (fAh)	100-110	1,1	12,6	16,8	13,7	43,1	12,8	13,2	6,0	32,0	25,0	Ls3	6,7	0,0	0,7	1,2	
6	IVCn+fAh	110-120	62,7	2,2	19,3	18,3	39,8	15,7	13,5	5,9	35,1	25,1	Lt2	6,7	0,0	0,7	1,2	

Profil-Nr.: 7140-320/320a (Geiselhöring 20/20a)
 Profilart: Hb/A
 Neigung: < 1°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 10.10.96
 Höhe über NN: 348,5m
 Exposition: N

Lage: R: 4528030 - H: 5409490
 Reliefmorphotyp: Hangfuß/Aue
 Nutzung: Acker

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
320a/1	10-20	Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), Keramikbruchstücke, carbonatfrei;	I
320a/2	30-40	M-Sw	30-70	schluffiger Lehm bis toniger Schluff, sehr schwach bis schwach humos, 10YR 4/3 bis 10YR 5/3 (matt gelblich braun), schwach hydromorph, Eisen- und Mangankonkretionen, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	
320a/3	45-55	M-Sd	70-90	schluffiger bis schwach sandiger Lehm, schwach kiesig, sehr schwach bis schwach humos, 2,5Y 4/2 (dunkel gräulich gelb) bis 2,5Y 3/2 (bräunlich schwarz), hydromorph, viele Mangankonkretionen, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	II?
320a/4	60-70				
320a/5	70-80				
320a/6	80-90	M-Sd (fAh)	90-120	schwach toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 3/1 (bräunlich schwarz), Holzkohleflitter [Radiocarbon-dattierung an Holzkohleflittern aus 100cm Tiefe: 2338±45 BP (¹⁴ C), AMS-Dattierung, Erlangen, 20.05.97], carbonatfrei;	III
320a/7	100-110		120-130	Übergang zum Schotter, sandig-toniger Lehm, sehr stark kiesig;	
n.b.		Cn+fAh	120-130		IV

Kurzinterpretation: I, II = Kolluvien, stark lößbeeinflusst, III = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), IV = Übergang zum Talauenschotter.

354 9 Dokumentation

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden- art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	10-20	2,3	1,1	9,0	9,4	19,6	24,0	22,4	8,9	55,3	25,2	Lu	6,5	0,0	1,8	3,2	
2	M-Sw	30-40	3,0	0,8	3,8	5,0	9,6	27,5	31,0	10,0	68,5	21,9	Ut4	6,8	0,0	0,8	1,4	
3		45-55	1,7	2,2	7,0	9,2	18,4	34,4	22,1	7,5	64,0	17,6	Lu	6,9	0,0	0,5	0,9	
4		60-70	4,5	2,4	10,0	11,9	24,3	33,1	19,0	5,7	57,8	17,9	Lu	6,8	0,0	0,4	0,7	
5	II?M-Sd	70-80	3,7	5,5	12,2	12,0	29,7	27,7	18,2	5,9	51,8	18,6	Lu	6,8	0,0	0,4	0,6	
6		80-90	3,4	4,0	16,5	15,4	35,9	19,2	16,4	6,0	41,5	22,6	Ls2	6,8	0,0	0,7	1,3	
7	IIIM-Sd (fAh)	100-110	1,9	1,9	16,0	14,6	32,6	19,3	15,3	6,2	40,9	26,5	Lt2	6,8	0,0	1,1	2,0	

Profil-Nr.: 7140-321 (Geiselhöring 21)

Profilart: Hb

Neigung: < 1°

Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 10.10.96

Höhe über NN: 348,5m

Exposition: N

Lage: R: 4528000 - H: 5409460

Reliefformtyp: Hangfuß/Aue

Nutzung: Acker

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, braun, Lößkindel, Keramik, Holzkohle;	I
jC	30-90	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, locker, hellbraun, carbonatarm, einzelne Lößflecken;	
M-Sd (fAh)	90-110	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, dunkelbraun, stark hydromorph, sehr viele Holzkohlen, Keramik, speckig;	II
aCv	110-125	lehmig-toniger Sand, schwach kiesig;	III
Cn	125-140+	lehmig-toniger Sand, sehr stark kiesig;	IV

Kurzinterpretation: I = neuzeitliche Grubenfüllung, II = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), III = sandiges Auensediment, IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-322 (Geiselhöring 22)

Profilart: Hb

Neigung: < 1°

Bodentyp: Kolluvisol

Gesamtes Profil carbonatfrei

Aufnahmedatum: 14.10.96

Höhe über NN: 348,5m

Exposition: N

Lage: R: 4527990 - H: 5409490

Reliefformtyp: Hangfuß/Aue

Nutzung: Acker

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, braun, Lößkindel, Keramik, Holzkohle;	I
M	30-70	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, locker, hellbraun, Keramik an der Untergrenze;	
M-Sd (fAh)	70-110	sandiger Lehm, schwach kiesig, humos, dunkelbraun, stark hydromorph, sehr viele Holzkohlen, Keramik, schwach speckig;	II
aCv	110-125	lehmig-toniger Sand, schwach kiesig;	III
Cn	125-160+	lehmig-toniger Sand, sehr stark kiesig;	IV

Kurzinterpretation: I = rezentes bis subrezentes Kolluvium, II = Kolluvium/Laufhorizont? (vorgeschichtlich), III = sandiges Auensediment, IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-323 (Geiselhöring 23)

Profilart: Hb

Neigung: < 1°

Bodentyp: anthropogene Verfüllung über Kolluvium

Grundwasser bei Bohrung in 1,20m

Profil carbonatfrei

Aufnahmedatum: 14.10.96

Höhe über NN: 348m

Exposition: N

Lage: R: 4527970 - H: 5409510

Reliefformtyp: Aue

Nutzung: Acker

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, braun;	I
jC	30-40	s.o., etwas heller;	
M	40-50	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, locker, braun;	II
aGo	50-75	s.o., mit Eisenausfällungen;	III
fAh	75-125	sandig-toniger Lehm, dunkelbraun, einzelne Kiese, Pflanzenreste,	IV
Cn	125-185+	lehmig-toniger Sand, sehr stark kiesig;	V

Kurzinterpretation: I = anthropogene Verfüllung, II = humoses Kolluvium, III = Auenlehm, IV = fossiler Ah-Horizont, V = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-324 (Geiselhöring 24) Aufnahmedatum: 14.10.96 Lage: R: 4527960 - H: 5409500
 Profilart: Hb Höhe über NN: 348m Reliefformtyp: Aue
 Neigung: <1° Exposition: N Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol
 Grundwasser bei Bohrung in 1,20m
 Profil carbonatfrei

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
Ap	0-25	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, braun;	I
M-Sw	30-65	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, leicht pseudovergleyt, moderne Keramik, braun;	
fAh	65-105	sandig-toniger Lehm, dunkelbraun, einzelne Kiese, Pflanzenreste,	II
aGor	105-135	lehmiger Sand, einzelne Kiese, graubraun;	III
Cn	135-160+	lehmig Sand, sehr stark kiesig;	IV

Kurzinterpretation: I = anthropogene Verfüllung, II = fossiler Ah-Horizont, III = Auensediment, IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-325 (Geiselhöring 25) Aufnahmedatum: 14.10.96 Lage: R: 4527990 - H: 5409530
 Profilart: Hb Höhe über NN: 348m Reliefformtyp: Hangfuß/Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol über Auenlehm über fossilem A-Horizont
 Grundwasser bei Bohrung in 1,30m
 Gesamtes Profil carbonatfrei

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
325/1	0-20	Ap	0-30	sandig-lehmiger Schluff, schwach kiesig, humos, 10YR 4/2 (gräulich gelbbraun), Keramik;	I
325/2	30-45	M	30-60	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, stark humos, 10YR 4/4 (braun), nach unten hin toniger werdend;	
325/3	65-90	aM-Gro	60-100	stark schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 5/2 (gräulich gelbbraun);	II
325/4	100-120	aGor	100-120	toniger Schluff, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 4/1 (bräunlich grau);	III
325/5	135-155	fAh*Gr	120-155	stark lehmiger Sand, sehr stark humos, schwach kiesig, 10YR 2/1 (schwarz), organische Großreste (Holz);	IV
325/6	160-170	Cn+fAh	155-170	stark lehmiger Sand, stark humos, sehr stark kiesig, 10YR 3/1 (bräunlich schwarz);	V
325/7	170-200	Cn	170-230+	reiner Sand, sehr stark kiesig, schwach humos, 10YR 7/1 (leuchtend grau);	VI
325/8	210-230				

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II, III = Auenlehm, IV = humoses Auensediment, V = Übergang zum Talauenschotter, VI = Talauenschotter;

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %											Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T							
1	Ap	0-20	9,9	5,8	12,1	10,6	28,5	16,0	23,7	14,9	54,6	16,9	Uls	6,6	0,0	1,9	3,3		
2	M	30-45	3,1	3,0	6,8	4,7	14,5	17,8	30,6	15,3	63,7	21,8	Lu	6,6	0,0	2,9	5,1		
3	IlaM-Gro	65-90	Sp.	0,1	2,9	3,8	6,8	21,0	30,6	13,7	65,3	27,8	Tu4	6,7	0,0	2,0	3,4		
4	IllaGor	100-120	Sp.	1,1	3,7	5,7	10,5	27,8	30,8	13,9	72,5	17,0	Urt4/Urt3	6,6	0,0	2,0	3,4		
5	IVfAh*Gr	135-155	6,2	8,0	19,0	18,7	45,8	15,4	15,1	9,5	39,9	14,3	Sl4	6,5	0,0	6,0	10,4		
6	VcN+fAh	160-170	60,7	25,0	27,7	10,8	63,6	9,2	8,1	4,6	21,8	14,6	Sl4	7,1	0,0	2,6	4,4		
7	VICn	170-200	84,6	52,7	29,6	7,5	89,8	1,9	2,2	1,7	5,8	4,4	Ss	7,1	0,0	0,7	1,2		
8		210-230	35,9	13,7	56,2	23,2	93,0	2,5	2,3	1,1	5,8	1,2	Ss	n.b.	0,0	n.b.	n.b.		

Profil-Nr.: 7140-326 (Geiselhöring 26) Aufnahmedatum: 14.10.96 Lage: R: 4528050 - H: 5409590
 Profilart: Hb Höhe über NN: 348m Reliefformtyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Acker
 Bodentyp: anthropogene Aufschüttung über Gley-Vega
 Grundwasser bei Bohrung in 1,20m

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
Ap	0-25	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, braun, carbonathaltig;	I
jC	25-35	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, hellbraun, carbonathaltig, Holzkohlen, Keramikbruchstücke;	
aM	35-60	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, leicht vergleyt, mammoniert, carbonathaltig;	II
aM-Gro	60-90	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, grünlich grau, Holzkohlefitter, carbonatfrei;	
fAh	90-110	schluffiger Ton, skelettfrei, schwarz, sehr stark humos, pflanzliche Makroreste, Molluskensplinter, carbonathaltig;	III
Gr	110-240	lehmig-toniger Sand, skelettfrei, sehr schwach humos, grau, noch vereinzelt pflanzliche Makroreste, carbonatfrei;	
Cn	135-160+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, carbonatfrei;	IV

Kurzinterpretation: I = Aufschüttung, II = Auenlehm, III = humoses Auensediment, IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

356 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7140-327 (Geiselhöring 27) Aufnahme datum: 14.10.96 Lage: R: 4528040 - H: 5409610
 Profilart: Hb Höhe über NN: 348m Relief formtyp: Hangfuß/Aue
 Neigung: - Exposition: - Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Kalkpatemia
 Grundwasser bei Bohrung in 1,30m

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
327/1	0-20	Ap	0-30	lehmig-sandiger Schluff, schwach kiesig, stark humos, braun, carbonathaltig, Holzkohlen, Schnecken-schalen, Glassplinter;	I
327/2	30-60	aelC	30-65	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, humos, rötlich braun, carbonathaltig;	II
327/3	65-75	fAh*Gro	65-75	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, bräunlich schwarz, Holzkohleflitter, carbonatarm;	III
327/4	75-85	fAh	75-85	schwach toniger Lehm, skelettfrei, schwarz, stark humos, Holzkohleflitter, carbonathaltig;	IV
327/5	90-120	Gor	85-130	schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, grünlich gelbbraun, carbonathaltig;	V
327/6	140-160	Gr	130-165	lehmiger Sand, skelettfrei, sehr schwach humos, bräunlich grau, carbonathaltig;	VI
327/7	165-180	Gr+Cn	165-210	reiner Sand, schwach kiesig, sehr schwach humos, bräunlich grau, carbonathaltig;	
n.b.		Cn	210-215+	reiner Sand, sehr stark kiesig;	VII

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehm, III, IV = humose Auensedimente, V, VI = sandige Rinnensedimente, VII = Talauenschotter.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-20	7,8	3,1	10,4	13,7	27,2	20,8	21,1	15,7	57,7	15,2	Uls	7,3	4,4	3,1	5,4	
2	IlaelC	30-60	0,4	1,4	5,0	9,2	15,6	15,1	20,9	16,1	52,1	32,3	Tu3	7,5	4,9	1,5	2,6	
3	III fAh+Gro	65-75	0,7	0,3	4,7	14,0	19,0	14,4	15,9	11,7	42,0	38,9	Lt3	7,4	1,6	1,3	2,3	
4	IV fAh	75-85	0,0	0,2	3,3	24,6	28,1	24,3	8,6	10,5	43,3	28,6	Lt2	7,4	9,4	2,5	4,4	
5	V Gor	90-120	0,0	0,1	0,7	24,1	24,8	33,5	17,6	6,8	57,8	17,3	Lu	7,6	6,7	0,3	0,5	
6	VI Gr	140-160	0,0	0,2	7,7	51,2	59,1	19,3	8,6	3,9	31,7	9,2	Sl3	7,7	8,1	0,3	0,5	
7	Gr+Cn	165-180	13,8	10,7	21,1	56,6	88,5	3,9	2,5	1,1	7,5	4,0	Ss	7,6	5,2	0,3	0,5	

Profil-Nr.: 7140-328 (Geiselhöring 28) Aufnahme datum: 14.10.96 Lage: R: 4528030 - H: 5409630
 Profilart: Hb Höhe über NN: 348m Relief formtyp: Aue
 Neigung: - Exposition: - Nutzung: Grünland
 Bodentyp: anthropogener Aufschüttungsboden über Auengley
 Grundwasser bei Bohrung in 1,00m

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
rAp	0-25	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, braun, carbonatfrei;	I
jC	25-45	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, hellbraun, färblich heterogen, Keramik, carbonatfrei;	
fAh*Gro	45-65	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, humos, braun, carbonatfrei;	II
aGro	65-90	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, grünlich grau, carbonatfrei;	III
aGr	90-115	lehmig-toniger Sand, skelettfrei, sehr schwach humos, grau, carbonatfrei;	
Cn	115-130+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, carbonatfrei;	IV

Kurzinterpretation: I = anthropogene Aufschüttung, II = humoses Auensediment, III = sandiges Auensediment, IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-329 (Geiselhöring 29) Aufnahme datum: 14.10.96 Lage: R: 4528010 - H: 5409610
 Profilart: Hb Höhe über NN: 348m Relief formtyp: Aue
 Neigung: - Exposition: - Nutzung: Grünland
 Bodentyp: anthropogener Aufschüttungsboden über Auengley
 Grundwasser bei Bohrung in 1,00m

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
rAp	0-25	toniger Lehm, schwach kiesig, humos, braun, carbonatfrei;	I
jC	25-40	schluffiger Lehm, schwach kiesig, humos, hellbraun, färblich heterogen, Keramik, carbonatfrei;	
aM-Go	40-60	schluffiger Ton, schwach humos, hellbraun, Keramik, carbonatfrei;	II
aM-Go	60-70	schluffiger Ton, graubraun, mit Molluskensplittern;	III
fAh*Gro	70-100	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, humos, braun, carbonatfrei;	IV
Gr	100-115	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, grünlich grau, carbonatfrei;	V
Gr	115-160	lehmig-toniger Sand, skelettfrei, sehr schwach humos, grau, carbonatfrei;	VI
Cn	160-165+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, carbonatfrei;	

Kurzinterpretation: I = anthropogene Aufschüttung, II, III = Auenlehme, IV = humoses Auensediment, V = Auenlehm, VI = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-330 (Geiselhöring 30)

Profilart: Hb

Neigung: --

Bodentyp: anthropogener Aufschüttungsboden über Kalkpaternia
Grundwasser bei Bohrung in 0,95m

Aufnahmedatum: 14.10.96

Höhe über NN: 348m

Exposition: --

Lage: R: 4527980 - H: 5409600

Reliefformtyp: Aue

Nutzung: Grünland

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
rAp	0-15	toniger Lehm, schwach kiesig, humos, braun, carbonathaltig, Ziegel;	I
jC	15-20	schluffiger Lehm, schwach kiesig, humos, hellbraun, farblich heterogen, Keramik, Holzkohle, carbonathaltig;	I
aelC	20-60	schluffiger Ton, schwach humos, hellbraun, Molluskensplittern, Holzkohle, carbonathaltig;	II
fAh*Gro	60-90	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, humos, braun, carbonatfrei, vereinzelt Molluskensplittter;	III
Gr	90-120	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, grünlich grau, carbonatfrei;	IV
Gr	120-160	lehmig-toniger Sand, schwach kiesig, sehr schwach humos, grau, carbonatfrei, einzelne Pflanzenreste;	V
Cn	160-165+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, carbonatfrei;	VI

Kurzinterpretation: I = anthropogene Aufschüttung, II, III, IV = Auenlehme, V = sandiges Auensediment, VI = Talauenschotter;

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-331 (Geiselhöring 31)

Profilart: Hb

Neigung: --

Bodentyp: anthropogener Aufschüttungsboden über Auengley
Grundwasser bei Bohrung in 0,70m

Aufnahmedatum: 24.10.96

Höhe über NN: 348m

Exposition: --

Lage: R: 4527970 - H: 5409610

Reliefformtyp: Aue

Nutzung: Grünland

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
rAp	0-15	toniger Lehm, schwach kiesig, humos, braun, carbonatfrei;	I
jC-Go	15-60	schluffiger Lehm, schwach kiesig, humos, braun, carbonatfrei;	I
fAh*Gro	60-90	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, humos, braun, carbonatfrei, vereinzelt Molluskensplittter;	II
Gr	90-110	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, grau, carbonatfrei;	III
Gr	110-125	toniger Sand, schwach kiesig, sehr schwach humos, grau, carbonathaltig, einzelne Pflanzenreste;	IV
Cn	125-165+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, carbonatfrei;	IV

Kurzinterpretation: I = anthropogene Aufschüttung, II = humoses Auensediment, III = toniges bis sandiges Auensediment, IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-332 (Geiselhöring 32)

Profilart: Hb

Neigung: --

Bodentyp: anthropogener Aufschüttungsboden (Reste eines vorgeschichtlichen Grabhügels)
Grundwasser bei Bohrung in 0,80m

Aufnahmedatum: 24.10.96

Höhe über NN: 348m

Exposition: --

Lage: R: 4527960 - H: 5409620

Reliefformtyp: Aue

Nutzung: Grünland

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
jC-rAp	0-30	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, braun, carbonatfrei;	I
jC-Go	30-60	schluffiger Lehm, humos, rötlich braun mit Eisenkonkretionen, carbonatfrei;	I
fAh*Gr	60-100	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, humos, braun, carbonatfrei, von einzelnen Sandbändchen durchzogen;	II
Gr	100-120	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, grau, carbonatfrei;	III
Gr	120-145	toniger Sand, schwach kiesig, sehr schwach humos, grau, carbonatarm, einzelne Pflanzenreste;	IV
Cn	145-150+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, vorwiegend feinkiesig, carbonatfrei;	IV

Kurzinterpretation: I = anthropogene Aufschüttung (hallstattzeitlicher Grabhügel), II = humoses Auensediment, III = toniges bis sandiges Auensediment, IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-333 (Geiselhöring 33)

Profilart: Hb

Neigung: --

Bodentyp: Vega-Gley
Grundwasser bei Bohrung in 0,70m

Aufnahmedatum: 24.10.96

Höhe über NN: 348m

Exposition: --

Lage: R: 4527950 - H: 5409630

Reliefformtyp: Aue

Nutzung: Grünland

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ah	0-10	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, braun, carbonatfrei;	I
aM-Go	10-45	schluffiger Ton, humos, rötlich braun mit Eisenkonkretionen, carbonatfrei;	I
aGo	45-60	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, humos, graubraun, viele Eisenkonkretionen, carbonatfrei;	II
aGr	60-85	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, grau, carbonatfrei;	II
fAh*Gr	85-120	schluffiger Ton, sehr stark humos, dunkelbraun, im Bereich von ca. 110cm molluskenführend, carbonatarm;	III
Cn	120-190+	lehmiger Sand, sehr stark kiesig, humos, Holzstücke, carbonatfrei;	IV

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = humoses Auensediment, IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

358 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7140-334 (Geiselhöring 34)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Vega-Gley
 Grundwasser bei Bohrung in 0,75m

Aufnahmedatum: 24.10.96
 Höhe über NN: 348m
 Exposition: --

Lage: R: 4527940 - H: 5409640
 Reliefformtyp: Aue
 Nutzung: Grünland

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ah	0-15	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), carbonatfrei,	I
aM	15-25	toniger Lehm, humos, schwach kiesig, 10YR 3/4 (dunkelbraun) mit Eisenkonkretionen, carbonatfrei;	
aM-Go	25-35	toniger Lehm, humos, 10YR 4/4 (braun), einzelne Manganausfällungen, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	
aGro	35-50	lehmniger Ton, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun) als Grundfarbe, Eisen- und Manganausfällungen, carbonatfrei;	II
aGr	50-65	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, humos, graubraun, viele Eisenkonkretionen, carbonatfrei;	
aGr	65-85	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, 2,5Y 4/1 (gelblich grau), carbonatfrei;	
fAh*Gr	85-120	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, sehr stark humos, 10YR 3/1 (bräunlich schwarz), molluskenführend, carbonatarm, Keramik;	III
Cn	120-150+	lehmniger Sand, sehr stark kiesig, humos, carbonatfrei;	IV

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = humoses Auensediment, IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7140-335 (Geiselhöring 35)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Vega-Gley
 Grundwasser bei Bohrung in 0,80m

Aufnahmedatum: 24.10.96
 Höhe über NN: 348m
 Exposition: --

Lage: R: 4527935 - H: 5409650
 Reliefformtyp: Aue
 Nutzung: Grünland

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
jC-Ap	0-35	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), carbonathaltig, Bauschutt;	I
aGro	35-65	lehmniger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun) als Grundfarbe, Eisen- und Manganausfällungen, carbonatfrei;	II
aGr	65-85	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, 2,5Y 4/1 (gelblich grau), carbonatfrei;	
fAh*Gr	85-120	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, sehr stark humos, 10YR 3/1 (bräunlich schwarz), Holzreste, carbonatfrei;	III
Cn	150-155+	lehmniger Sand, sehr stark kiesig, humos, carbonatfrei;	IV

Kurzinterpretation: I = Aufschüttung, II = Auenlehm, III = humoses Auensediment, IV = Talauenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

9.1.2 Tal der Großen Laaber

Profil-Nr.: 7139-201 (Große Laaber 1) Aufnahmedatum: 12.9.95 Lage: R: 4518200 - H:5413180
 Profilart: Hb Höhe über NN: 354m Reliefortyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Vega
 Grundwasser bei Bohrung in 1,40m

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
201/1	0-20	aAp	0-20	schluffiger Lehm, schwach kiesig, stark humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, carbonatfrei;	I
201/2	20-40	aM	20-40	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), leicht redoximorph, carbonatfrei;	II
201/3	40-50	aM-Go	40-50	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), redoximorph, vorwiegend in Form von Eisenausfällungen, weniger Mangankonkretionen, carbonatfrei;	
201/4	50-60	aGro	50-60	schluffiger Ton, schwach humos, marmoriert mit 10YR 5/2 (grau gelblich braun) bis 10YR 5/3 (matt gelblich braun), Humusnester, carbonatfrei;	
201/5	60-90	aGor	60-90	schluffiger Ton, schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun) als Grundfarbe, 7,5YR 4/6 (braun), 2,5Y 4/1 (gelblich grau) und 10YR 6/1 (bräunlich grau) als weitere Farben, insgesamt stark marmoriert, carbonatfrei;	
201/6	95-110	aGor	90-110	sandiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 2,5Y 4/1 (gelblich grau), carbonatfrei;	III
201/7	110-125	aGr	110-140	lehmiger Sand, sehr schwach humos bis humos, 7,5Y 4/1 (grau), carbonatfrei;	IV
201/8	125-140				
201/9	140-170	fAh*Gr	140-170	stark lehmiger Sand, schwach kiesig, stark humos, 2,5Y 2/1 (schwarz), hoher Anteil an pflanzlichen Makroresten, carbonatfrei;	V
201/10	170-185	fAh*Gr	170-185	schwach toniger Lehm, sehr schwach kiesig, stark humos, 2,5Y 2/1 (schwarz), carbonatfrei;	VI
201/11	185-240	Cn	185-240+	schwach lehmiger Sand, sehr stark kiesig, humos, carbonathaltig;	VII

Kurzinterpretation: I - III = Auenlehme, IV = sandige Auensedimente, V = kiesdurchsetztes humoses Auensediment, VI = humoses Auensediment, VII = Talauenschotter.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew-%)	K o r n g r ö ß e n										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	aAp	0-20	4,7	1,3	3,2	4,6	9,1	22,8	23,3	15,7	61,8	29,2	Lu	6,1	0,0	3,3	5,6	
2	IaM	20-40	0,0	2,1	0,8	2,6	5,5	14,6	23,0	13,4	51,0	43,5	Tu3	6,4	0,0	1,3	2,2	
3	aM-Go	40-50	0,0	0,3	1,1	1,4	2,8	16,7	24,2	13,4	54,2	43,0	Tu3	6,7	0,0	0,8	1,4	
4	aGro	50-60	0,0	0,3	1,0	2,2	3,5	16,6	21,8	14,9	53,3	43,2	Tu3	6,8	0,0	0,7	1,2	
5	aGor	60-90	0,0	0,1	2,5	3,6	6,2	17,9	20,5	13,5	51,9	41,9	Tu3	6,8	0,0	1,1	1,9	
6	IIaGor	95-110	Sp.	0,1	17,5	22,9	40,6	16,3	12,7	7,3	36,3	23,1	LS3	6,3	0,0	1,0	1,7	
7	IVaGr	110-125	Sp.	0,2	39,7	35,7	75,6	9,3	4,4	1,6	15,2	9,2	S13	6,1	0,0	0,4	0,7	
8		125-140	1,0	0,8	34,6	25,9	61,3	13,3	6,8	3,8	24,0	14,7	S14	5,4	0,0	1,8	3,0	
9	VfAh*Gr	140-170	14,1	15,4	34,9	15,6	65,8	10,3	5,8	4,3	20,5	13,7	S14	6,8	0,0	2,7	4,6	
10	VfAh*Gr	170-185	3,0	2,7	10,8	18,2	31,7	15,5	12,8	9,4	37,8	30,6	Li2	6,1	0,0	3,4	5,8	
11	VIIcN	185-240	64,1	20,3	49,1	12,3	81,7	4,7	3,8	3,0	11,5	6,9	Si2	7,3	2,8	1,7	3,0	

Profil-Nr.: 7139-202 (Große Laaber 2) Aufnahmedatum: 12.9.95 Lage: R: 4518350 - H:5413170
 Profilart: Hb Höhe über NN: 354m Reliefortyp: Aue
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Vega
 Grundwasser bei Bohrung in 1,40m

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
202/1	0-15	aAp	0-20	sandig-lehmiger Schluff, sehr schwach kiesig, stark humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, carbonatfrei;	I
202/2	20-35	aM	20-35	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), einzelne Schneckenbruchstücke, Humus- und Manganflecken, Matrix carbonatfrei;	
202/3	35-50	aM-Go	35-50	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, 10YR 5/6 (gelblich braun als Grundfarbe), marmoriert, carbonatfrei;	II
202/4	50-85	aGro	50-85	schluffiger Ton, skelettfrei, dicht, schwach humos, 5Y 4/1 (grau) dominant, insgesamt marmoriert, carbonatfrei;	
202/5	85-110	fAh*Gr	85-110	schluffiger Ton, skelettfrei, humos, 2,5Y 4/1 (grau), Pflanzenreste, carbonatfrei;	(III)
202/6	110-150	fAh*Gr	110-150	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, 5Y 3/1 (oliv schwarz), carbonatfrei;	III
202/7	150-170	Gr	150-170	stark lehmiger Sand, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, mit pflanzlichen Makroresten, 2,5Y 3/1 (bräunlich schwarz), carbonathaltig;	IV
202/8	170-240	Cn	170-240+	lehmiger Sand, stark kiesig, schwach humos, carbonathaltig;	V

Kurzinterpretation: I, II = Auenlehme, III = humoses Auensediment, IV = (carbonathaltiges) Auensediment, V = Talauenschotter,

360 9 Dokumentation

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	aAp	0-15	1,4	1,2	10,6	12,8	24,7	24,5	23,0	13,1	60,6	14,7	Uls	6,3	0,0	3,5	5,9	
2	aM	20-35	1,0	0,9	5,8	9,1	15,8	27,6	24,2	10,8	62,6	21,5	Lu	6,8	0,0	1,8	3,1	
3	IIaM-Go	35-50	0,0	0,0	0,2	0,5	0,7	24,8	25,5	13,0	63,4	35,9	Tu3	6,8	0,0	1,3	2,2	
4	aGro	50-85	0,0	0,0	0,2	1,5	1,7	21,1	23,8	13,3	58,2	40,0	Tu3	7,1	0,0	0,9	1,5	
5	(III)FAh*Gr	85-110	0,0	0,0	0,1	1,5	1,7	22,2	25,4	15,8	63,4	35,0	Tu3	7,1	0,0	1,9	3,2	
6	IIIFAh*Gr	110-150	3,0	2,4	7,1	7,1	16,6	26,3	22,9	9,2	58,4	25,0	Lu	7,3	0,0	1,9	3,2	
7	IVGr	150-170	3,5	12,2	41,6	13,3	67,1	11,0	6,1	3,0	20,1	12,8	Sl4	7,3	2,3	0,5	0,9	
8	VCn	170-240	56,6	30,1	31,0	7,3	68,4	9,8	6,7	3,2	19,7	11,9	Sl3	7,4	2,9	0,8	1,3	

Profil-Nr.: 7139-203 (Große Laaber 3)

Profilart: Hb

Neigung: --

Bodentyp: Vega

Grundwasser bei Bohrung in 1,40m

Aufnahmedatum: 13.9.95

Höhe über NN: 354,5m

Exposition: --

Lage: R: 4518200 - H: 541321350

Reliefformtyp: Aue

Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
203/1	0-20	aAp	0-20	toniger Schluff, stark humos, sehr schwach kiesig, stark durchwurzelt, Ziegelbruchstückchen, 10YR 3/4 (dunkelbraun), carbonatfrei;	I
203/2	20-25	aM	20-25	stark schluffiger Ton, humos, dicht, einzelne Schneckenreste, Manganflecken vereinzelt, ebenso Humusflecken, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	II
203/3	25-40	aM-Go	25-40	stark schluffiger Ton, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), mit Rostfleckung, carbonathaltig;	
203/4	40-55	aGro	40-55	schluffiger Lehm, stark glimmrig, skelettfrei, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonathaltig;	III
203/5	55-90	aGor	55-90	schwach sandiger Lehm, schwach humos, 10YR 6/2 (grünlich gelb braun) und 10YR 5/3 (matt gelblich braun), marmoriert, starke Mangan- und Humusfleckung, carbonathaltig;	IV
203/6	90-110	aGr	90-110	stark lehmiger Sand, skelettfrei, schwach humos, 2,5Y 4/1 (grau), carbonathaltig;	V
203/7	110-140	Cn+Gr	110-140	lehmiger Sand, stark kiesig, sehr schwach humos, grau, carbonathaltig;	VI
203/8	140-160	FAh*Gr	140-160	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, 7,5Y 3/2 (oliv schwarz), carbonathaltig, Pflanzenreste, Molluskensplitter;	VII
203/9	160-180	Cn	160-180+	stark lehmiger Sand, sehr stark kiesig, schwach humos, carbonathaltig;	VIII

Kurzinterpretation: I - IV = Auenlehme, V = sandiges Auensediment, VI = zwischengeschaltete Schotterlage, VII = humoses Auensediment, VIII = Talauenschotter.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	aAp	0-20	Sp.	0,8	6,0	7,7	14,5	27,2	27,9	13,5	68,5	17,0	Ut3/Ut4	6,4	0,0	3,4	5,9	
2	IIaM	20-25	Sp.	0,6	2,8	1,7	5,1	26,4	27,0	12,4	65,8	29,1	Tu4	6,7	0,0	1,8	3,1	
3	aM-Go	25-40	0,0	0,2	1,0	4,3	5,5	32,1	24,7	9,1	65,9	28,6	Tu4	7,3	2,5	0,8	1,4	
4	IIIaGro	40-55	Sp.	0,3	3,9	10,9	15,1	31,2	21,7	7,3	60,2	24,8	Lu	7,5	4,6	0,6	1,0	
5	IVaGor	55-90	0,0	0,1	11,6	21,0	32,7	24,2	15,5	5,5	45,2	22,1	Ls2	7,4	2,7	0,6	1,1	
6	VaGr	90-110	Sp.	0,5	34,4	22,6	57,5	14,7	9,0	3,5	27,2	15,3	Sl4	7,3	2,6	0,9	1,5	
7	VICn+Gr	110-140	41,3	14,8	51,8	9,0	75,6	7,6	4,6	2,6	14,7	9,7	Sl3	7,2	2,1	0,5	0,8	
8	VIIFAh*Gr	140-160	1,1	1,2	8,1	10,3	19,7	20,9	18,1	12,1	51,1	29,3	Lu	7,4	5,0	1,8	3,1	
9	VIIICn	160-180	70,6	14,2	41,8	11,6	67,6	8,9	6,6	4,1	19,6	12,8	Sl4	7,4	2,7	0,6	1,1	

Profil-Nr.: 7139-204 (Große Laaber 4)
 Profilart: Hb
 Neigung: --
 Bodentyp: Vega
 Grundwasser bei Bohrung in 1,20m

Aufnahmedatum: 13.9.95
 Höhe über NN: 355m
 Exposition: --

Lage: R: 4517980 - H: 5413210
 Reliefformtyp: Aue
 Nutzung: Acker (Mais)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagenungsphase
204/1	0-20	aAp	0-35	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, einzelne Ziegelbruchstücke, humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), stark durchwurzelt, homogen, carbonatfrei;	I
204/2	20-35	aM-Go	35-45	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, schwach marmoriert mit 10YR 4/3 (matt gelblich braun) als dominante Farbe;	
204/3	35-45				
204/4	45-70	aM-Gro	45-70	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun) und 2,5Y 5/2 (dunkel grünlich gelb) als Grundfarben, stark marmoriert, carbonatfrei;	
204/5	70-100	aGor	70-100	schwach toniger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun) und 2,5Y 5/2 (dunkel grünlich gelb) und 7,5YR 4/6 (braun) als dominierende Farben, stark marmoriert, Molluskensplitter, carbonathaltig;	II
204/6	100-110	aGr	100-110	stark sandiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 2,5Y 5/2 (dunkel grünlich gelb), einzelne Pflanzenreste, carbonathaltig;	III
204/7	110-125	fAh*Gr	110-125	schluffiger Lehm, humos, Pflanzenteile, Holzstückchen, 5Y 3/1 (oliv schwarz), carbonathaltig;	IV
n.b.		Cn	125-150+	stark lehmiger Sand, sehr stark kiesig, schwach humos;	V

Kurzinterpretation: I - II = Auensedimente, III = (carbonathaltiges) Auensediment, IV = humoses Auensediment, V = Talauenschotter.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %											Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T							
1	aAp	0-20	Sp.	0,8	3,8	7,9	12,5	22,9	19,6	12,5	55,1	32,5	Tu3	5,8	0,0	2,2	3,8		
2		20-35	Sp.	0,6	2,6	6,3	9,5	22,3	21,7	12,3	56,3	34,2	Tu3	6,0	0,0	1,8	3,1		
3	aM-Go	35-45	0,0	0,4	1,6	3,6	5,6	31,1	20,3	10,4	61,9	32,5	Tu3	6,3	0,0	0,9	1,5		
4	aM-Gro	45-70	Sp.	0,6	1,2	4,2	5,9	32,2	20,2	9,3	61,7	32,3	Tu3	6,5	0,0	0,6	1,0		
5	IlaGr	70-100	Sp.	0,6	8,8	14,8	24,2	23,4	17,8	7,3	48,6	27,2	Lt2	7,3	2,2	0,6	1,0		
6	IIlaGr	100-110	Sp.	0,6	28,9	23,5	53,0	14,7	10,1	4,5	29,3	17,7	Ls4	7,2	2,0	0,9	1,5		
7	IVfAh*Gr	110-125	Sp.	0,5	5,6	10,1	16,3	23,2	21,5	11,7	56,4	27,3	Lu	7,3	3,7	2,2	3,8		

362 9 Dokumentation

9.1.3 Seedorf

Profil-Nr.: 7038-201 (Seedorf 1)
 Profilart: A
 Neigung: 2°
 Bodentyp: erodierte Parabraunerde
 Ap-Horizont abgeschoben

Aufnahmedatum: 12.07.95
 Höhe über NN: 391m
 Exposition: S

Lage: R: 4506970 - H: 5422600
 Reliefortyp: Mittelhang
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
jC	0-30	im Zuge des Pipelinebaus umgelagertes Material;	I
fBvt	30-100	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig (vereinzelte Kiese), sehr schwach humos, subpolyedrisch, 7,5YR 5/8 (leuchtend braun), schwach durchwurzelt, Holzkohleflitter, leicht pseudovergleyt, nadelstichporig, alte Wurzelgänge, Toncutane, carbonatfrei;	II
fBtv	100-130	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig (einzelne Kiese), subpolyedrisch, sehr schwach humos, 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), Holzkohleflitter, nadelstichporig, leicht hydromorph, carbonatfrei;	III
fAl	130-170	schluffiger Lehm, plattig bis subpolyedrisch, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), locker, Mangan-Konkretionen, in diesem Horizont starke Konzentration an Holzkohleflittern, carbonatfrei;	IV
fBt*Sd	170-240	schluffiger Ton, einzelne Kiese, sehr schwach humos, farblich heterogen (Hydromorphierung): 7,5YR 7/6 (orange) bis 10YR 4/6 (braun), Toncutane, Mangankonkretionen, carbonatfrei;	V
fBvt*Sd	240-255	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, subpolyedrisch (tonigere Bereiche), Einzelkomengeflüge (sandigere Bereiche), Tonester mit Tonapeten, 7,5YR 5/6-5/8 (leuchtend braun), nach unten hin durch Kieslage abgegrenzt, starke Hydromorphierungsmerkmale, carbonatfrei;	
fSd	255-280	sandiger Lehm, schwach kiesig, zusätzlich schwach ausgeprägte Kieslage in 265 cm, sehr schwach humos, farblich sehr heterogen, stark hydromorph mit Mangan-Konkretionen, nach unten hin durch Kieslage abgegrenzt, nestartige Tonanreicherungen mit Toncutanen, carbonatfrei;	VI
fSd	280-305	sandiger Lehm, schwach kiesig, farblich sehr heterogen, nestartige Tonanreicherungen mit Toncutanen, sandiger als hangender Horizont, stark hydromorph, carbonatfrei;	VII
fBvt	305-350	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, 7,5YR 5/8 (leuchtend braun), alte Wurzelgänge, schwach hydromorph, Toncutane, carbonatfrei, in 350cm Schotterlage (IX);	VIII

Kurzinterpretation: I = Aufschüttung, II = holozäner Bt-Horizont aus Lößlehmfließerde, III = Lößlehmfließerde (Basisfließerde), IV, V = fossiler Parabraunerde-Pseudogley (R/W-Interglazial), VI, VII = Spülsedimente mit hohen Anteilen an Tertiärmaterial, VIII = Bt-Rest einer fossilen Parabraunerde, IX = umgelagerte Höhenhofer Schotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7038-202 (Seedorf 2)
 Profilart: A
 Neigung: 2°
 Bodentyp: erodierte Parabraunerde

Aufnahmedatum: 12.07.95
 Höhe über NN: 391m
 Exposition: S

Lage: R: 4506965 - H: 5422605
 Reliefortyp: Mittelhang
 Nutzung: Acker

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
n.b.		jC	0-30	im Zuge des Pipelinebaus umgelagertes Material;	I
202/1	35-50	fBvt	20-75	schwach toniger Lehm bis schluffiger Ton, sehr schwach kiesig mit wenige Quarz-Kiesen < 1cm Kantlänge, dicht, subpolyedrisch, 7,5YR 6/8 (orange), wenige Toncutane an Wurzelbahnen, nadelstichporig, mittlere Durchwurzlung mit Feinwurzeln, Holzkohleflitter, Humusbahnen, Manganflecken, carbonatfrei;	II
202/2	55-70	fBtv	75-135	schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, dicht, subpolyedrisch, 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), leichte Hydromorphierung, schwache Durchwurzlung mit alten Wurzelbahnen, die von Toncutanen ausgekleidet sind, nadelstichporig, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	III
202/3	80-100				
202/4	110-130	fAl	140-160	schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, subpolyedrisch, 7,5YR 6/6 (orange), mittlere Dichte, nadelstichporig, stärker hydromorph (leichte Marmorierung mit entsprechender heterogener Farbverteilung), Konzentration an Holzkohleflittern, carbonatfrei; Verzahnungshorizont;	IV
202/5	140-160				
202/6	165-180	fAl+fBt	160-180	schluffiger Ton, skelettfrei, subpolyedrisch, 7,5YR 7/6 (orange) bis 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), stark hydromorph mit Mangan- und Eisenflecken, Toncutane, carbonatfrei;	V
202/7	185-200	fBvt	180-200		
202/8	210-225	fBt*Sd	200-240	schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, subpolyedrisch, 7,5YR 5/8 (leuchtend braun) als dominierende Farbe, sehr dicht, Toncutane, stark nadelstichporig, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	V
202/9	240-260	fBvt*Sd	240-270		
202/10	270-280	fSd	270-280	schluffiger Lehm, in sich skelettfrei, jedoch zum liegenden Horizont durch Kieslage abgegrenzt, subpolyedrisch, mittlere Dichte, stark hydromorph, alte Wurzelbahnen mit Ton und Mangan ausgekleidet, Ton in Nestern angereichert, 7,5YR 5/8 (leuchtend braun) als vorherrschende Farbe, carbonatfrei;	VI
202/11	290-310	fBt	280-310+	schwach toniger Lehm, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, stark hydromorph, mit Toncutanen aus dem hangenden Horizont, carbonatfrei, zwischen zwei Kieslagen gelegen, schluffiger Ton, subpolyedrisch, sehr dicht, humusfrei, 7,5YR 4/6 (braun) und 7,5YR 6/8 (orange), farblich heterogen, geringe Hydromorphierung, alte Wurzelbahnen von Ton ausgekleidet, carbonatfrei;	VII

Kurzinterpretation: I = Aufschüttung, II = Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde (aus Lößlehmfließerde), III = Lößlehmfließerde (Basisfließerde), IV, V = fossile Parabraunerde-Pseudogley (R/W-Interglazial) aus Fließerde, VI = Spülsediment mit hohen Anteilen an Tertiärmaterial, VII = Bt-Rest einer fossilen Parabraunerde.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	IIIBvt	35-50	Sp.	0,7	2,7	15,1	18,5	21,8	17,9	7,7	47,4	34,1	Li2	6,9	0,0	0,1	0,2	
2		55-70	Sp.	0,8	2,4	13,6	16,7	24,2	20,1	8,8	53,1	30,2	Tu3	7,2	0,0	0,1	0,2	
3	IIIBvtv	80-100	0,0	0,3	1,8	11,9	14,0	37,3	18,2	7,0	62,4	23,6	Lu	7,3	0,0	0,1	0,2	
4		110-130	0,0	0,5	2,2	12,0	14,7	30,2	27,2	3,7	61,1	24,2	Lu	7,3	0,0	0,1	0,2	
5	IVfAl	140-160	Sp.	1,5	2,5	11,2	15,2	31,1	25,0	7,0	63,1	21,7	Lu	7,2	0,0	0,1	0,1	
6	fAJ+Bt	165-180	Sp.	0,7	1,5	8,2	10,4	29,2	21,1	8,8	59,0	30,6	Tu3	7,2	0,0	0,0	0,0	
7	fBvt	185-200	0,0	0,3	1,0	8,3	9,6	27,7	20,5	8,5	56,7	33,7	Tu3	7,2	0,0	0,1	0,1	
8	fBt*Sd	210-225	0,0	0,1	1,0	9,5	10,6	28,6	19,1	7,0	54,8	34,6	Tu3	7,1	0,0	0,0	0,0	
9	VfBvt*Sd	240-260	0,0	0,9	5,6	13,7	20,2	26,9	16,4	7,5	50,8	28,9	Lu	7,1	0,0	0,0	0,1	
10	VfSd	270-280	2,4	5,1	10,3	14,7	30,1	21,4	15,6	4,8	41,8	28,1	Li2	7,0	0,0	0,0	0,1	
11	VIIIfBt	290-310	0,0	0,2	1,0	11,1	12,3	28,8	21,6	5,2	55,6	32,0	Tu3	7,0	0,0	0,0	0,0	

Profil-Nr.: 7038-203 (Seedorf 3) Aufnahmedatum: 13.07.95 Lage: R: 4506955 - H: 5422600
 Profilart: A Höhe über NN: 391m Reliefformtyp: Mittelhang
 Neigung: 2° Exposition: S Nutzung: Acker
 Bodentyp: erodierte Parabraunerde
 Ap-Horizont abgeschoben

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
jC	0-30	im Zuge des Pipelinebaus umgelagertes Material;	I
fBvt	30-90	schluffiger Lehm, subpolyedrisch, dicht, sehr schwach kiesig (einzelne Quarzkiese mit Kantenlänge von < 0,5 cm), Toncutane erkennbar, Tonmester und Humusmester, z.T. hellere sandige Linsen eingeschaltet, pseudovergleyt mit Mangan-Flecken, farblich heterogen: 10YR 5/6 (gelblich braun) dominant, carbonatfrei;	II
fBvt*Sw	90-130	schluffiger Lehm, skelettfrei, stärkere Hydromorphierung, Wechsel hellerer schluffig-feinsandiger Bereiche mit dunkleren tonigen Bereichen, subpolyedrisch, nadelstichporig, Holzkohleflitter, 7,5 YR 5/6 (leuchtend braun) und 7,5 YR 4/4 (braun);	III
fBt*Sd	130-210	schluffiger Ton, subpolyedrisch bis polyedrisch, farblich sehr heterogen, starke Staumassemerkmale, Mangankonkretionen, Rostfleckung, 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), Nadelstichporen, mit Mangan ausgekleidet, z.T. flächenhaft schwarze (7,5YR 2/1) Manganüberzüge, carbonatfrei;	IV
fBt*Sd	210-240	entspr. +/- obigem Horizont, etwas dichter und stärker hydromorph, nach unten hin Trennung durch Kieslage;	V
fSd1	240-280	sandiger Lehm, von horizontal verlaufenden sandigen Bändchen durchzogen, in 270 und 280 cm horizontal verlaufende Sandlinsen, sehr schwach kiesig, außer in den Kieslinsen, sehr schwach humos, 7,5YR 5/8 (leuchtend braun), carbonatfrei, nach unten durch Kieslage getrennt;	VI
fSd2	280-290	s.o., nach unten durch Kieslage getrennt;	VII
fBvt	290-330	schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, 7,5YR 4/6 (braun) und 7,5 YR 6/8 (orange), dicht, subpolyedrisch bis polyedrisch, geringe Hydromorphierung, carbonatfrei;	VIII

Kurzinterpretation: I = Aufschüttung, II = Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde, III = Lößlehmfließerden (Basisfließerde), IV, V = Parabraunerde-Pseudogley (R/W-Interglazial), VI, VII = Spülsedimente mit hohem Anteil an tertiären Sedimenten (Feldspatsande), VIII = Bt-Rest einer fossilen Parabraunerde.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7038-204 (Seedorf 4) Aufnahmedatum: 13.07.95 Lage: R: 4506950 - H: 5422600
 Profilart: A Höhe über NN: 390,5m Reliefformtyp: Mittelhang
 Neigung: 2° Exposition: SE Nutzung: Acker
 Bodentyp: Kolluvisol (pseudovergleyt)
 Ap-Horizont abgeschoben

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
M-Sw	0-30	lehmiger Schluff, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), dicht, Manganflecken, kohärent bis subpolyedrisch, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	I
M-Sd	30-50	schluffiger Ton, skelettfrei, dicht, subpolyedrisch bis polyedrisch, schwach humos, 7,5YR 4/4 (braun), Toncutane, nadelstichporig, alte Wurzelbahnen mit Mn ausgekleidet, hydromorph;	II
fBvt*Sd	50-120	schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, 7,5YR 4/4 (braun) bis 10YR 4/6 (braun), farblich heterogen, dicht, Toncutane, Humusmester, nadelstichporig, hydromorph;	II
fBvt*Sd	120-210	schluffiger Lehm, fast skelettfrei, sehr schwach humos, Humuseinschleppungen, hydromorph mit Manganflecken, subpolyedrisch, alte Wurzelbahnen deutlich sichtbar, dicht, farblich sehr heterogen mit 10YR 5/8 (gelblich braun), 7,5 YR 4/6 (braun, Tonbeläge), Humuseinschleppungen, carbonatfrei;	III
fBv*Sw	210-240	lehmiger Schluff, sehr schwach kiesig, stark hydromorph mit vielen Manganflecken, 10YR 6/6 bis 10YR 6/8 (leuchtend gelblich braun), kohärent bis subpolyedrisch, nadelstichporig, alte Wurzelbahnen, dunklere tonigere Flecken, vereinzelt Humusanreicherungen, carbonatfrei;	IV
fBt*Sd	240-305	bis 250 cm stärker gefleckter Übergangshorizont, schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, Humusflecken, insgesamt farblich sehr heterogen: 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), 7,5 YR 4/4 (braun), 10YR 5/6 gelblich braun), stark hydromorph, dicht, Toncutane, subpolyedrisch bis polyedrisch, carbonatfrei;	V
fBvt	305-330+	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, 10YR 5/6 (gelblich braun) bis 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), subpolyedrisch, mittlere Dichte, sehr schwach humos, geringere Hydromorphierung als im Hangenden, carbonatfrei;	VI

Kurzinterpretation: I = Kolluvium (Rinnenfüllung), II - VI = Bodenkomplex (Lößlehmfließerden), R/W-Interglazial-Boden von älteren Bodenbildungen nicht trennbar.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

364 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7038-205 (Seedorf 5)
 Profilart: A
 Neigung: 2°
 Bodentyp:
 Ap-Horizont abgeschoben

Aufnahmedatum: 13.07.95
 Höhe über NN: 390m
 Exposition: SE

Lage: R: 4506945 - H: 5422600
 Reliefortyp: Mittelhang
 Nutzung: Acker

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
M-Sw	0-40	lehmgiger Schluff, skelettfrei, schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun) und 10YR 6/4 (matt gelblich orange), dicht, Manganecken, kohärent bis subpolyedrisch, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	I
M-Sd	40-130	schluffiger Ton, skelettfrei, dicht, subpolyedrisch bis polyedrisch, schwach humos, 7,5YR 3/3 (dunkelbraun) bis 7,5YR 4/4 (braun), Toncutane, nadelstichporig, ehemalige Wurzelbahnen mit Mangan ausgekleidet, hydromorph, carbonatfrei;	
fBvt*Sd	130-180	schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, einzelne Humusbahnen, subpolyedrisch bis polyedrisch, stark pseudovergleyt, Toncutane, nadelstichporig, stark gefleckt 10YR 4/6 (braun) dominant, dazu 7,5YR 4/3 (braun) und 10YR 5/8 (gelblich braun), carbonatfrei;	II
ICcv	180-215	toniger Schluff, skelettfrei, sehr schwach humos, locker, mit leichter Hydromorphierung, kohärent bis schwach subpolyedrisch, carbonathaltig, Molluskensplitter, Mollusken, z.T. auch erhalten, Humusflecken, alte Wurzelbahnen mit Ton ausgekleidet, nadelstichporig, 10YR 5/8 (gelblich braun) bis 10YR 6/8 (leuchtend gelblich braun);	III
fBt*Sd	215-290	schluffiger Ton, skelettfrei, subpolyedrisch bis polyedrisch, nadelstichporig, Tonpeten, starke hydromorphe Überprägung, 10YR 5/8 (gelblich braun) bis 7,5YR 5/8 (leuchtend braun), carbonatfrei;	IV
fBtv*Sd	290-315	schluffiger Lehm, vereinzelte Kiese, geringere Hydromorphierung als im hangenden Horizont, carbonatfrei;	V
fBv*Sw	315-350+	schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, subpolyedrisch, Manganecken als Zeichen für leichte Pseudovergleyung, kaum Toncutane, alte Wurzelbahnen, 10YR 5/8 (gelblich braun), carbonatfrei;	VI

Kurzinterpretation: I = Kolluvium (Rinnenfüllung), II = Parabraunerde-Pseudogley (R/W-Interglazial) aus Loßlehmfließerde, III = Rißloß, IV - VI = Bodenkomplex aus Loßlehmfließerden (prä-Riß).

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7038-206 (Seedorf 6)
 Profilart: A
 Neigung: 2°
 Bodentyp: Kolluvisol (pseudovergleyt)

Aufnahmedatum: 12.07.95
 Höhe über NN: 390m
 Exposition: S

Lage: R: 4506935 - H: 5422600
 Reliefortyp: Mittelhang
 Nutzung: Acker

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
206/1	10-30	M-Sw	0-40	toniger Schluff (mit tonigeren und schluffigeren Bereichen), skelettfrei, sehr schwach humos, kohärent bis subpolyedrisch, relativ starke Hydromorphierung (Mangankonkretionen), schwach durchwurzelt, farblich sehr heterogen, dabei 10YR 6/4 (matt gelblich orange) dominierend, Bleichbahnen, Holzkohleflitter, vorgeschichtliche Keramik, Silex, carbonatfrei;	I
206/2	40-60	M-Sd	40-80	stark toniger Schluff, skelettfrei, sehr schwach humos, subpolyedrisches bis leicht plattiges Gefüge, Mangankonkretionen und Rostflecken, farblich stark heterogen mit vorherrschend 10YR 6/2 (grau gelblich braun) und 10YR 6/3 (matt gelblich orange), carbonatfrei;	
206/3	60-75	fBt*Sd	80-130	schluffiger Lehm bis schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, subpolyedrisch bis polyedrisch, dunkle Fleckung von Mangan und organischer Substanz, 7,5YR 3/4 (dunkelbraun), sehr dicht, nadelstichporig, Toncutane, starke Hydromorphierung auch mit Eisenkonkretionen, carbonatfrei;	II
206/5	105-125	fBt*Sd	130-150	schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, Tonpeten, subpolyedrisch bis polyedrisch, dicht, farblich sehr heterogen mit 7,5YR 4/6 (braun) und 7,5YR 3/3 (dunkelbraun), carbonatfrei;	III
206/6	130-145	fBt*Sd	150-235	schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, Mangan- und Eisenflecken, alte Wurzelbahnen mit Ton ausgekleidet, Tonanreicherung teilweise nestartig, als Grundfarbe 7,5YR 4/4 (braun) und sonst 7,5YR 5/8 (leuchtend braun), carbonatfrei;	IV
206/8	190-210	fBtv	235-265	stark schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, dicht, Wurzelbahnen mit Ton und Mangan ausgekleidet, insgesamt nur schwach pseudovergleyt, 7,5YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	V
206/9	215-230	fBtv-ICcv	265-280	Übergangshorizont, stark toniger Schluff, kaum Skelett, nur vereinzelte Kiese, sehr schwach humos, mit höherem Anteil an organischer Substanz in den alten Wurzelbahnen, carbonatreich, unzerstörte Mollusken, subpolyedrisch bis kohärent, dunkelbraune Ton- und Mangabahnen, Matrix 10YR 6/8 (leuchtend gelblich braun);	
206/10	240-260	ICcv	280-335	stark toniger Schluff, skelettfrei, sehr schwach humos, kohärent, carbonatreich, Mollusken (teilweise als Splitter, teilweise gut erhalten), Nadelstichporen, meist mit Mangan ausgekleidet, einzelne Wurzelbahnen mit Toneinspülung, mittlere Dichte, 7,5YR 5/6 (leuchtend braun);	

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II - IV = Parabraunerde-Pseudogley-Komplex aus Loßlehmfließerden (Riß/Würm-Interglazialboden), V = Rißloß mit Bodenbildung.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T						
1	M-Sw	10-30	0,0	2,9	3,2	7,1	13,1	42,1	23,2	8,3	73,6	13,3	Ut3	7,2	0,0	0,2	0,3	
2	M-Sd	40-60	0,0	3,3	3,8	6,5	13,6	33,7	23,4	9,7	66,8	19,7	Ut4	7,2	0,0	0,1	0,2	
3		60-75	Sp.	3,3	3,2	6,0	12,5	41,6	20,6	7,4	69,6	17,9	Ut4	6,9	0,0	0,2	0,3	
4	II fBt*Sd	85-100	0,0	2,0	4,0	7,6	13,6	25,8	28,4	3,1	57,3	29,1	Lu	6,1	0,0	0,7	1,2	
5		105-125	0,0	0,8	2,5	7,4	10,8	24,4	22,8	9,5	36,7	32,5	Tu3	6,0	0,0	0,6	1,1	
6	III fBt*Sd	130-145	0,0	0,3	1,6	7,2	9,0	24,3	20,9	9,8	55,0	36,0	Tu3	6,4	0,0	0,4	0,6	
7	IV fBt*Sd	160-180	0,0	0,5	1,3	6,1	7,9	25,9	20,9	9,5	36,4	35,8	Tu3	6,5	0,0	0,2	0,3	
8		190-210	Sp.	0,3	0,6	3,4	4,3	30,8	23,3	7,6	61,8	33,9	Tu3	6,6	0,0	0,1	0,3	
9		215-230	0,0	0,4	1,1	5,1	6,6	25,1	22,6	10,0	57,7	35,7	Tu3	6,7	0,0	0,1	0,2	
10	V fBtv	240-260	0,0	0,1	0,5	3,9	4,5	32,3	24,7	8,4	65,4	30,2	Tu4	7,2	Sp.	0,1	0,3	
11	fBtv-ICcv	270-280	0,0	0,1	0,5	4,5	5,1	35,4	28,5	8,5	72,5	22,5	Ut4	7,7	20,5	0,1	0,2	
12	ICcv	290-310	Sp.	0,2	0,9	6,4	7,5	36,4	25,6	9,7	71,8	20,8	Ut4	7,7	18,9	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7038-207 (Seedorf 7)

Profilart: A

Neigung 2°

Bodentyp: Kolluvisol über gekappter Parabraunerde

Aufnahmedatum: 12.07.95

Höhe über NN: 381m

Exposition: SE

Lage: R: 4507080 - H: 5422600

Reliefformtyp: Unterhang

Nutzung: Acker

Proben-Nr. n.b.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
		Ap	0-20		I
207/1	20-30	M	20-65	umgelagert und teilweise abgeschoben im Zuge des Pipelinebaus, Keramikbruchstücke an der Oberfläche; stark toniger Schluff bis schluffiger Lehm, geringe Skelettanteile, in 50cm Kieslage leicht angedeutet, sehr schwach humos, mittlere Dichte, leicht pseudovergleyt, kohärentes bis subpolyedrisches Gefüge, 10YR 4/6 (braun), Keramikbruchstücke, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	
207/2	35-45				
207/3	50-60				
207/4	70-80	II fAl+Bt	65-80	Verzahnungshorizont, schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, pseudovergleyt, nadelstichporig, subpolyedrisches Gefüge, geringe bis mittlere Dichte, nach unten hin dichter, carbonatfrei; schluffiger Ton, fast skelettfrei, sehr schwach humos, schwach pseudovergleyt, 7,5YR 4/6 (braun), Toncutane, carbonatfrei; schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, stärkere Pseudovergleyung (Manganfleckung), 7,5YR 4/6 (braun), mittlere bis hohe Dichte, subpolyedrisches bis polyedrisches Gefüge, Toncutane, carbonatfrei;	II
207/5	80-90	fBt	80-95		
207/6	100-110	fBt*Sd	95-130		
207/7	115-125				
207/8	130-140	fBtv	130-145	Übergangshorizont, schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos;	
207/9	150-160	fBv	145-160	schluffiger Lehm, skelettfrei, nadelstichporig, sehr schwach humos, kohärentes bis subpolyedrisches Gefüge, nicht pseudovergleyt, geringe bis mittlere Dichte, 7,5YR 4/4-4/6 (braun), sehr carbonatarm;	
207/10	160-175	ICcv	160-195	stark toniger Schluff, skelettfrei, nur vereinzelt kleine Lößkündel, sehr schwach humos, z.T. bräunliche Flecken (Humus), unzerstörte Mollusken, subpolyedrisches bis kohärentes Gefüge, mittlere Dichte, 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), carbonatreich;	
207/11	180-190				
207/12	205-220	fBv-ICcv	195-220+	schluffiger Lehm, skelettfrei, aber höhere Anzahl an Lößkündeln als im hangenden Horizont, an Obergrenze etwas konzentriert, sehr schwach humos, subpolyedrisches Gefüge, alte Wurzelgänge, mittlere Dichte, 10YR 5/8 (gelblich braun), carbonatreich;	III

Kurzinterpretation: I = Hangkolluvium, II = Rest der holozänen Parabraunerde mit Wümlöß, III = Interstadialboden (Mittelwümlösboden).

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T						
1	M	20-30	Sp.	1,1	3,9	9,0	14,0	30,3	27,3	8,7	66,3	19,7	Ut4	6,5	0,0	0,3	0,6	
2		35-45	Sp.	2,9	5,7	11,3	19,8	28,0	24,9	8,5	61,4	18,8	Lu	6,7	0,0	0,3	0,6	
3		50-60	Sp.	4,5	5,5	11,3	21,4	27,6	23,7	8,5	59,8	18,8	Lu	6,8	0,0	0,3	0,5	
4	II fAl+Bt	70-80	0,0	1,3	3,4	11,1	15,9	25,9	22,8	9,3	58,0	26,1	Lu	6,9	0,0	0,1	0,2	
5	fBt	80-90	Sp.	0,5	2,0	9,0	11,4	23,6	20,6	9,2	53,4	35,2	Tu3	6,9	0,0	0,1	0,2	
6	fBt*Sd	100-110	Sp.	0,1	1,1	8,9	10,1	23,9	20,8	7,6	52,4	37,6	Tu3	6,8	0,0	0,2	0,3	
7		115-125	0,0	0,1	1,3	10,3	11,7	26,9	19,6	6,4	52,9	35,4	Tu3	6,7	0,0	0,1	0,2	
8	fBtv	130-140	0,0	0,1	1,5	11,8	13,5	30,2	20,3	7,1	57,5	29,0	Lu	6,8	0,0	0,1	0,2	
9	fBv	150-160	0,0	0,1	1,0	11,3	12,4	34,5	22,2	7,1	61,6	23,8	Lu	7,0	Sp.	0,2	0,3	
10	ICcv	160-175	Sp.	0,5	1,4	10,3	12,3	36,0	25,5	7,5	68,9	18,8	Ut4	7,6	17,8	0,1	0,1	
11		180-190	Sp.	0,1	0,9	7,6	8,7	36,6	25,9	7,5	70,0	21,3	Ut4	7,7	16,1	0,1	0,2	
12	III fBv-ICcv	205-220	Sp.	2,7	2,8	11,0	16,5	32,6	21,1	4,2	57,9	25,5	Lu	7,7	14,2	0,1	0,2	

366 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7038-208 (Seedorf 8)

Profilart: A

Neigung: 3°

Bodentyp: Kolluvial über gekappter Parabraunerde

Ap-Horizont teilweise abgeschoben

Aufnahmedatum: 13.07.95

Höhe über NN: 386m

Exposition: SE

Lage: R: 4507040 - H: 5422600

Reliefformtyp: Mittelhang

Nutzung: Acker

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
n.b.		Ap	0-10		I
208/1	10-25	M	10-40	schluffiger Lehm bis schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, mittlere Dichte, leicht pseudovergleyt, kohärentes bis subpolyedrisches Gefüge, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	
208/2	30-40				
208/3	40-50	fBt	40-90	schluffiger Ton, fast skelettfrei, sehr schwach humos, schwach pseudovergleyt, 10YR 4/6 (braun), Toncutane, carbonatfrei;	II
208/4	50-70				
208/5	70-90				
208/6	95-110	fBtv	90-110	Übergangshorizont, schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatarm;	
208/7	110-125	ICcv	110-130	stark toniger Schluff, skelettfrei, nadelstichporig, sehr schwach humos, kohärentes bis subpolyedrisches Gefüge, nicht pseudovergleyt, geringe bis mittlere Dichte, 10YR 5/6 (gelblich braun), Toncutane aus dem Hangenden durchgreifend, carbonatreich;	
208/8	140-160	Sw-ICcv	130-180	stark toniger Schluff, skelettfrei, nur vereinzelt kleine Lößkinder, sehr schwach humos, z.T. bräunliche Flecken (Humus), unzerstörte Mollusken, subpolyedrisches bis kohärentes Gefüge, mittlere Dichte, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatreich;	
208/9	190-210	fBv-ICcv*Sd	180-210+	schluffiger Lehm, Mangankonkretionen als Anteil der Fraktion > 2mm, sehr schwach humos, 10YR 5/8 (gelblich braun), carbonatreich;	III

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = Rest der holozänen Parabraunerde mit Wümlöß, III = Verbraunungshorizont im Löß, Interstadialboden (Mittelwürm);

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	M	10-25	0,0	5,7	3,9	9,6	19,2	27,4	25,9	7,4	60,7	20,1	Lu	7,1	0,0	0,3	0,5	
2		30-40	0,0	1,4	2,8	10,0	14,2	22,4	22,4	10,2	54,9	30,9	Tu3	7,0	0,0	0,3	0,5	
3	IIfBt	40-50	Sp.	0,4	1,9	9,3	11,7	32,8	15,2	7,3	55,3	33,1	Tu3	7,0	0,0	0,3	0,5	
4		50-70	0,0	0,1	1,2	9,2	10,6	22,8	24,0	4,1	51,0	38,5	Tu3	7,1	0,0	0,2	0,4	
5		70-90	0,0	0,0	0,7	9,0	9,7	24,6	21,6	7,9	54,1	36,1	Tu3	7,2	0,0	0,2	0,3	
6	fBtv	95-110	Sp.	0,1	0,9	12,5	13,4	30,4	25,6	7,3	63,2	23,4	Lu	7,5	2,0	0,2	0,3	
7	ICcv	110-125	0,0	0,1	0,8	12,3	13,3	34,6	27,7	6,6	68,9	17,9	Ut4	7,7	17,4	0,1	0,2	
8	Sw-ICcv	140-160	Sp.	0,2	1,1	9,4	10,7	33,9	28,5	7,7	70,0	19,4	Ut4	7,7	19,3	0,1	0,2	
9	IIIIfBv-ICcv*Sd	190-210	Sp.	0,3	1,9	14,8	17,0	32,2	21,1	6,5	59,8	23,3	Lu	7,7	11,1	0,1	0,3	

Profil-Nr.: 7038-209 (Seedorf 9)

Profilart: A

Neigung: 3°

Bodentyp: (Kulto-)Pararendzina

Ap-Horizont abgeschoben

Aufnahmedatum: 13.07.95

Höhe über NN: 386m

Exposition: SE

Lage: R: 4507000 - H: 5422600

Reliefformtyp: Mittelhang

Nutzung: Acker

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
209/1	40-60	ICkeV	0-130	schluffiger Lehm, einzelne Kalkkonkretionen, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatreich;	I
209/2	130-150	fBtv	130-150	schluffiger Ton, einzelne Kalkkonkretionen, sehr schwach humos, 10YR 5/8 (gelblich braun), carbonathaltig.	II
n.b.		ICkeV	150-220		
209/3	220-250	fBtv	220-250	schwach toniger Lehm, einzelne Quarzkiese und Kalkkonkretionen, sehr schwach humos, 10 YR 5/8 (gelblich braun), sehr carbonatarm, zum Liegenden durch Kieslage getrennt, an der Basis Anreicherung von Lößkindern;	III
209/4	260-280	ICn	250-300+	schwach toniger Lehm, Bruchstücke carbonathaltigen Skelettes (Mergel), sehr schwach humos, 10YR 5/8 (gelblich braun), sehr carbonatarm,	IV

Kurzinterpretation: I = Wümlöß, II, III = fossile B-Horizonte unbekanntes Alters (aus Fließerden entwickelt), IV = Fließerde aus Lößlehmmaterial sowie tertiären Tonen und Sanden.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	ICcv	40-60	Sp.	0,8	1,8	12,2	14,8	28,3	26,2	6,8	61,3	23,9	Lu	7,7	16,8	0,3	0,5	
2	IIIIfBtv	130-150	Sp.	2,6	3,2	12,4	18,2	22,3	21,0	7,8	51,1	30,7	Tu3	7,7	5,4	0,4	0,7	
3	IIIIfBtv	220-250	Sp.	2,4	4,9	19,4	26,7	21,0	17,9	6,4	45,3	28,0	Lt2	7,6	Sp.	0,2	0,3	
4	IVICv	260-280	5,6	6,5	14,6	19,8	40,9	14,7	11,0	4,5	30,2	28,9	Lt2	7,6	Sp.	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7038-210 (Seedorf 10)
 Profilart: A
 Neigung: 1°
 Bodentyp: Kolluvisol
 Ah-Horizont abgeschoben

Aufnahmedatum: 15.07.95
 Höhe über NN: 380m
 Exposition: SE

Lage: R: 4507100 - H: 5422590
 Reliefotyp: Übergang Unterhang/Rinnenposition
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
210/1	15-35	M	0-80	schluffiger Lehm, einzelne Kiesbänder eingeschaltet, ansonsten skelettfrei, 10YR 5/4 (matt gelblich braun) bis 10YR 6/4 (matt gelborange), sehr schwach humos, Holzkohlefitter, carbonatfrei;	I
210/2	50-70	M-Sw	80-120	sandig-lehmiger Schluff, mit vereinzelt Kies, 10YR 5/3 (gelblich braun), sehr schwach humos, stark pseudovergleyt, Holzkohlefitter, carbonatfrei;	
210/3	80-110				
210/4	120-150	M-Sw	120-160	sandigere Zwischenschicht, schwach sandiger Lehm, vereinzelt Kiese, grünlich, 10YR 5/2 (grünlich gelbbraun), sehr schwach humos, starke Rostfleckung, Holzkohlefitter, carbonatfrei, ¹⁴ C-Datierung an Holzkohle 2910±60 (¹⁴ C) (Hv 21184);	II
210/5	170-200	M-Sw	160-200	schluffiger Lehm, vereinzelt Kiese, 2,5Y 6/2 (grünlich gelb), schwach humos, starke Rostfleckung, hoher Anteil an Hüttenlehm, Holzkohlestücke, carbonatfrei, ¹⁴ C-Datierung an Holzkohle: 2930±90 (¹⁴ C) (Hv 21182);	III
210/7	200-210	Cn	200-210	Kieslage, stark sandiger Lehm, sehr stark kiesig, sehr schwach humos, 2,5Y 5/4 (gelblich braun) carbonatfrei;	IV
210/6	210-230	M-Sd	210-250	stark toniger Schluff, vereinzelt Kiese, 2,5Y 5/4 (gelblich braun), sehr schwach humos, dicht, keine Holzkohlen mehr, Horizont zwischen zwei Kieslagen, carbonatfrei;	V
210/8	250-260	Cn	250-260+	Kieslage, stark sandiger Lehm, sehr stark kiesig, 10YR 4/4 (braun), sehr schwach humos, carbonatfrei;	VI

Kurzinterpretation: I = mittelalterlich-neuzeitliches Kolluvium, II, III = unentfalterzeitliches Kolluvium, IV = kiesiger Umlagerungshorizont, V = prä(?) - unentfalterzeitliches Kolluvium. VI = kiesiger Umlagerungshorizont.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	M	15-35	Sp.	2,7	5,5	10,3	18,5	26,2	22,4	13,8	62,4	19,1	Lu	6,8	0,0	0,5	0,9	
2		50-70	Sp.	2,2	4,5	11,5	18,1	24,5	31,1	6,4	62,0	19,8	Lu	6,3	0,0	0,4	0,7	
3	M-Sw	80-110	Sp.	3,0	4,2	12,7	19,8	30,4	24,3	8,7	63,4	16,8	Uls	6,1	0,0	0,3	0,5	
4	HM-Sw	120-150	Sp.	2,7	11,7	18,0	32,5	24,6	14,8	5,5	44,8	22,7	Ls2	5,8	0,0	0,4	0,7	
5	HM-Sw	170-200	Sp.	0,2	4,8	16,5	21,5	25,6	23,0	7,1	55,7	22,8	Lu	5,7	0,0	0,6	1,1	
7	IVCn	200-210	78,2	32,0	17,1	6,4	55,4	12,7	5,1	3,1	20,9	23,7	Ls4	6,2	0,0	0,2	0,3	
6	VM-Sd	210-230	Sp.	0,3	1,3	8,7	10,2	39,7	13,1	13,7	66,5	23,2	Utl4	5,8	0,0	0,1	0,3	
8	VICn	250-260	73,5	21,0	22,4	11,1	54,5	12,5	8,8	2,3	23,6	21,9	Ls4	6,2	0,0	0,1	0,2	

Pedogene Oxide (Sequentielle Extraktion)

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Sequentielle Extraktion von pedogenem Eisen, Aluminium und Mangan											Gesamtgehalt		
			Pyrophosphat (p)		Oxalat (o)			Dithionit (d)			% Fe	% Al	% Mn			
			% Fe p	% Al p	% Mn p	% Fe o	% Al o	% Mn o	% Fe d	% Al d	% Mn d	% Fe	% Al	% Mn		
1	M	15-35	0,02	0,03	0,002	0,32	0,06	0,056	0,66	0,10	0,007	1,00	0,19	0,065		
2		50-70	0,03	0,02	0,000	0,53	0,07	0,050	0,34	0,08	0,007	0,89	0,17	0,057		
3	M-Sw	80-110	0,04	0,02	0,001	0,51	0,05	0,068	0,27	0,06	0,004	0,82	0,14	0,073		
4	M-Sw	120-150	0,04	0,03	0,001	0,72	0,06	0,116	0,30	0,07	0,003	1,06	0,16	0,120		
5	M-Sw	170-200	0,01	0,02	0,001	0,17	0,06	0,022	0,17	0,08	0,000	0,34	0,16	0,023		
7	Cn	200-210	0,00	0,01	0,001	0,17	0,05	0,009	0,70	0,10	0,000	0,87	0,16	0,010		
6	M-Sd	210-230	0,02	0,03	0,000	0,23	0,06	0,023	0,45	0,08	0,000	0,70	0,16	0,023		
8	Cn	250-260	0,01	0,02	0,000	0,41	0,05	0,176	1,67	0,11	0,010	2,09	0,18	0,187		

368 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7038-211 (Seedorf 11)
 Profilart: A
 Neigung: 1°
 Bodentyp: Kolluvisol
 Ah-Horizont abgeschoben

Aufnahmedatum: 15.07.95
 Höhe über NN: 379m
 Exposition: SSE

Lage: R: 4507105 - H: 5422590
 Reliefmorph. Typ: Tiefenlinie
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
211/1	50-70	M	0-70	stark toniger Schluff, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	I
211/2	80-100	M-S	70-100	schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	II
211/3	110-130	M-Sd	100-150	schwach schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), Holzkohleflitter, carbonatfrei;	III
211/4	150-170	M-Sd	150-170	schwach toniger Lehm, sehr schwach humos, marmoriert, dabei 7,5YR 4/6 (braun) vorherrschend, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	IV
n.b.		Cn	170-175	sehr schwach ausgeprägtes Kiesband;	V
211/5	200-220	M-Sd	175-225	schwach toniger Lehm, sehr schwach humos, 10YR 6/2 (gräulich gelbbraun), mit Holzkohleflittern, carbonatfrei;	VI
211/6	240-260	M?Sd	225-305	schluffiger Lehm, sehr schwach humos, 7,5YR 4/6 (braun) bis 7,5 YR 5/4 (matt braun), carbonatfrei;	VII
211/7	280-300				
211/8	305-315	Cn	305-315	schwach sandiger Lehm, kiesig, sehr schwach humos, heterogene Farben, carbonatfrei;	VIII
211/9	320-340	Sd	315-390	schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos bis humusfrei, stark marmoriert, mit 10YR 5/3 (matt gelblich braun) als Grundfarbe, carbonatfrei;	IX
211/10	360-380				
211/11	400-420	Cn	390-440+	stark lehmiger Sand, skelettfrei, humusfrei, 10YR 6/3 (matt gelblich orange), carbonatfrei;	X

Kurzinterpretation: I = mittelalterlich-neuzeitliches Kolluvium, II - IV = unenfelderzeitliche Kolluvien, V = kiesiger Umlagerungshorizont, VI, VII = prä(?) - unenfelderzeitliches Kolluvium, VIII = kiesiger Umlagerungshorizont, IX = Fließerde, X = Tertiäre Feldspatsande mit Lößlehmbeimengungen.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %											Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T							
1	M	50-70	1,2	2,1	3,9	8,9	14,9	30,6	26,9	9,1	66,6	18,6	Ut4	7,1	0,0	0,4	0,8		
2	IIM-S	80-100	0,0	0,4	1,5	4,6	6,5	16,6	26,6	13,4	56,7	36,9	Tu3	6,9	0,0	0,5	0,9		
3	IIIM-Sd	110-130	0,0	0,4	2,1	7,7	10,2	20,5	15,7	7,6	43,8	45,9	Tu2	6,8	0,0	0,5	0,8		
4	IIVM-Sd	150-170	0,0	0,7	7,2	15,1	23,0	23,4	17,4	6,4	47,3	29,7	Lt2	6,8	0,0	0,3	0,5		
5	VM-Sd	200-220	0,0	1,3	10,6	14,9	26,8	20,1	17,7	6,4	44,2	29,0	Lt2	6,7	0,0	0,2	0,3		
6	VIM?Sd	240-260	0,0	1,3	4,0	14,4	19,7	26,5	19,4	6,4	52,4	28,0	Lu	6,7	0,0	0,1	0,1		
7		280-300	0,0	1,1	6,6	9,9	17,6	26,1	21,6	7,6	55,3	27,1	Lu	6,7	0,0	0,1	0,1		
8	VIIICn	305-315	37,1	7,9	8,4	10,0	26,3	24,3	15,8	10,0	50,0	23,7	Lu/Ls2	6,7	0,0	0,2	0,3		
9	VIIISd	320-340	0,0	0,1	0,1	5,9	6,1	22,1	21,9	11,0	55,1	38,8	Tu3	6,7	0,0	0,0	0,1		
10		360-380	0,0	0,2	0,3	9,2	9,7	26,8	21,9	8,9	57,6	32,7	Tu3	6,6	0,0	0,0	0,0		
11	IXCn	400-420	0,0	1,0	1,1	47,5	49,6	27,8	6,6	3,7	38,1	12,3	Sl4	6,7	0,0	0,0	0,0		

Profil-Nr.: 7038-212 (Seedorf 12)
 Profilart: A
 Neigung: 1°
 Bodentyp: Kolluvisol
 Ah-Horizont abgeschoben

Aufnahmedatum: 15.07.95
 Höhe über NN: 379m
 Exposition: NW

Lage: R: 4507130 - H: 5422590
 Reliefmorph. Typ: Tiefenlinie
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
212/1	20-50	M-Sw	0-50	toniger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, pseudovergleyt, 10YR 5/4 (matt gelblich braun) bis 10YR 5/2 (gräulich gelbbraun), carbonatfrei;	I
212/2	50-80	M-Sw	50-80	schwach toniger Lehm, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, pseudovergleyt, 10YR 5/3 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	II
212/3	80-100	M-Sd	80-100	toniger Lehm, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, marmoriert, als Grundfarbe 10YR 5/2 (gräulich gelbbraun), carbonatfrei;	III
212/4	100-120	M-Sd	100-120	schwach schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, 10YR 5/2 (gräulich gelbbraun), carbonatfrei;	IV
212/5	120-140	fAh*Sd	120-140	schwach schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, Keramikbruchstücke?, sehr schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	V
212/6	140-190	Sd	140-220+	schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, 7,5YR 4/6 (braun) 10YR 5/6 (matt gelblich bis braun), carbonatfrei;	VI
212/7	190-220				

Kurzinterpretation: I - IV = Kolluvien, undatiert, V = fossiler A-Horizont, VI = Lößlehmfließerde (alte Bodenbildung?).

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	M-Sw	20-50	0,0	0,6	4,3	10,4	15,3	24,3	18,1	7,0	49,4	35,3	Lt3	5,9	0,0	0,2	0,3	
2	IIM-Sw	50-80	Sp.	2,8	11,5	19,8	34,1	20,1	13,1	5,7	38,9	26,9	Lt2	5,9	0,0	0,1	0,2	
3	IIIM-Sd	80-100	2,5	1,8	5,5	13,7	21,0	19,4	14,2	5,5	39,1	40,0	Lt3	5,9	0,0	0,2	0,3	
4	IIVM-Sd	100-120	1,2	3,1	4,5	8,1	15,7	10,1	11,9	10,5	32,5	51,8	Tu2	6,0	0,0	0,1	0,2	
5	VfAh*Sd	120-140	1,7	1,8	3,7	7,6	13,1	10,6	11,9	9,9	32,4	54,5	Tu2	6,2	0,0	0,4	0,7	
6	VISd	150-170	0,0	0,0	0,6	8,1	8,7	23,2	21,9	8,1	53,2	38,1	Tu3	6,1	0,0	0,1	0,2	
7	Sd	200-220	0,0	0,1	1,0	7,6	8,7	29,6	22,6	8,8	61,0	30,3	Tu3	6,1	0,0	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7038-213 (Seedorf 13)
 Profilart: A
 Neigung: 1°
 Einzelprobe aus fossilem Ah-Horizont;

Aufnahmedatum: 15.07.95
 Höhe über NN: 379m
 Exposition: NW

Lage: R: 4507125 - H: 5422590
 Reliefmorphotyp: Tiefenlinie
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung
213/1	60-90	fAh*Sd	60-90	schwach schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 3/1 (bräunlich schwarz), carbonatfrei;

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	fAh*Sd	60-90	1,5	1,5	4,2	9,6	15,3	12,6	10,8	8,0	31,4	53,3	Tu2	6,4	0,0	0,6	1,0	

Profil-Nr.: 7038-214 (Seedorf 14)
 Profilart: A
 Neigung: 1°
 Bodentyp: Kolluvisol
 Ah-Horizont abgeschoben

Aufnahmedatum: 15.07.95
 Höhe über NN: 379m
 Exposition: NW

Lage: R: 4507160 - H: 5422590
 Reliefmorphotyp: Hangfuß
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
214/1	10-30	M	0-40	stark sandiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/2 (grünlich gelbbraun), carbonatfrei;	I
214/2	40-60	M-Sw	40-70	stark sandiger Lehm, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, 10YR 5/2 (grünlich gelbbraun), Holzkohleflitter, carbonatfrei;	II
214/3	70-100	Sw-Sd	70-100	sandig-toniger Lehm, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun) und 2,5Y 5/2 (dunkel grünlich gelb), stark marmoriert, Mangankonkretionen, carbonatfrei;	III
214/4	110-130	Sd	100-160	sandig-toniger Lehm, schwach kiesig, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun) und 2,5Y 5/2 (dunkel grünlich gelb), Farbe sehr heterogen, carbonatfrei;	IV
214/5	140-160				
214/6	170-190	Sd-Go	160-200	sandig-toniger Lehm, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, 2,5Y 5/2 (dunkel grünlich gelb), kryoturbat gestört, carbonatfrei;	V
214/7	210-230	Gro	200->230	stark sandiger Lehm, sehr schwach kiesig, sehr schwach humos, 2,5Y 5/2 (dunkel grünlich gelb), keine kryoturbate Störung erkennbar, carbonatfrei;	VI

Kurzinterpretation: I, II = Hangkolluvien, nicht datiert, III - V = Fließenden aus tertiären Sedimenten (Basislagen); VI = Tertiäre Sedimente.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	M	10-30	Sp.	5,3	21,1	20,4	46,8	13,1	9,6	6,6	29,3	23,9	Ls4	6,5	0,0	0,6	1,1	
2	IIM-Sw	40-60	2,3	11,8	23,0	21,8	56,7	11,6	8,0	4,8	24,4	18,9	Ls4	6,5	0,0	0,2	0,4	
3	IIISw-Sd	70-100	Sp.	10,5	24,2	15,9	50,6	9,6	8,1	4,9	22,7	26,7	Lts	6,6	0,0	0,1	0,1	
4	IIVSd	110-130	12,4	8,4	16,2	9,4	34,0	7,2	9,3	6,8	23,3	42,8	Lts	6,7	0,0	0,1	0,1	
5		140-160	6,9	7,5	17,7	9,3	34,6	7,5	10,5	7,5	25,5	39,9	Lts	6,7	0,0	0,1	0,1	
6	VSD-Go	170-190	1,1	7,4	30,0	13,1	50,5	6,4	7,6	5,7	19,7	29,8	Lts	6,8	0,0	0,1	0,1	
7	VIGro	210-230	Sp.	7,6	37,2	19,2	64,0	7,1	6,1	4,2	17,3	18,6	Ls4	6,8	0,0	0,0	0,1	

370 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7038-215 (Seedorf 15)

Profilart: A

Neigung 1°

Bodentyp: Kolluvisol, stark pseudovergleyt

Ah-Horizont abgeschoben

Aufnahmedatum: 15.07.95

Höhe über NN: 379m

Exposition: W

Lage: R: 4507140 - H: 5422590

Reliefformtyp: Hangfuß

Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagenungsphase
215/1	5-20	M-Sw	0-20	toniger Lehm, sehr schwach kiesig (kleinere Kiese), sehr schwach humos, 2,5Y 5/3 (gelblich braun), Mangankonkretionen, andeutungsweise Toncutane, subpolyedrisch, carbonatfrei;	I
215/2	30-50	Sd	20-100	schwach schluffiger bis lehmiger Ton, schwach kiesig, regellos angeordnete Kiese, 2,5Y 7/3 (schwaches gelb), marmoriert, sehr schwach humos, carbonatfrei;	II
215/3	60-80				
215/4	80-100				
215/5	105-125	Sd	100-130	schwach schluffiger Ton, stark kiesig, dabei Kiese hangabwärts eingeregelt, sehr schwach humos, 5Y 6/2 (gräulich oliv), carbonatfrei;	III
215/6	130-150	fAh*Sd	130-150	schwach schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, 10YR 4/3 (matt gelblich braun) sehr schwach humos, Matrix carbonatfrei, aber Molluskensplitter, relativ starke Pseudovergleyung, nachträgliche Lessivierung;	IV
215/7	155-170	Sw-Go	150-200+	schluffiger Ton bis schluffiger Lehm; fast skelettfrei; sehr schwach humos, 10YR 6/4 (matt gelblich orange), marmoriert, carbonatfrei;	V
215/8	175-195				

Kurzinterpretation: I = Hangkolluvium, II, III = Fließerden vorwiegend aus tertiären Tonen, IV = fossiler A-Horizont, V = Lößlehmfließerde.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	M-Sw	5-20	2,1	5,5	12,5	13,4	31,4	11,9	10,3	8,1	30,3	38,3	Lt3	6,2	0,0	0,4	0,7	
2	IISd	30-50	8,1	1,8	3,2	7,7	12,7	8,4	12,1	6,7	27,2	60,1	T1	6,4	0,0	0,1	0,2	
3		60-80	11,2	1,1	2,5	6,5	10,1	10,7	12,0	10,8	33,5	56,4	Tu2	6,5	0,0	0,1	0,1	
4		80-100	12,9	1,9	3,9	7,9	13,8	9,9	13,2	9,4	32,4	53,8	Tu2	6,4	0,0	0,1	0,1	
5	IIISd	105-125	53,0	3,8	4,2	6,6	14,6	11,4	11,7	10,0	33,1	52,3	Tu2	6,5	0,0	0,1	0,1	
6	IVfAh*Sd	130-150	2,9	0,8	2,5	12,0	15,3	15,7	13,7	9,1	38,5	46,2	Tu2	7,0	1,3	0,4	0,7	
7	VSw-Go	155-170	Sp.	0,1	0,7	9,9	10,6	26,0	21,4	9,3	56,7	32,6	Tu3	6,8	0,0	0,1	0,2	
8		175-195	0,0	0,1	0,7	9,5	10,3	29,8	21,7	8,8	60,3	29,4	Lu	6,8	0,0	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7038-216/17 (Seedorf 16/17)

Profilart: A

Neigung 2°

Referenzproben für die Ausgangssubstrate am Standort Seedorf;

Aufnahmedatum: 15.07.95

Höhe über NN: 380m

Exposition: W

Lage: R: 4507145 - H: 5422590

Reliefformtyp: Hangfuß

Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Horizont	Beschreibung	Substrat
216/1	Gor-Cv	schwach toniger Sand, rötlich braun;	Tertiäre Feldspatsande, kryoturba vermengt mit tertiären Tonen, geringer Lößeinfluß;
216/2	Gor-Cv	lehmiger Ton, blaugrau;	Tertiäre Tone, kryoturba mit Feldspatsanden vermengt, kein Lößeinfluß;
217/1	Cv	sandiger Lehm, schwach carbonathaltig;	Lößlehmfließerde, z. T. carbonathaltiger Löß, mit tertiären Beimengungen;

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
			gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
216/1	Gor-Cv	Sp.	5,5	12,5	13,4	31,4	11,9	10,3	8,1	30,3	38,3	St2	7,0	0,0	0,4	0,7	
216/2	Gor-Cv	Sp.	1,8	3,2	7,7	12,7	8,4	12,1	6,7	27,2	60,2	T1	7,1	0,0	0,1	0,2	
217/1	Cv	Sp.	0,4	1,6	38,2	40,2	21,3	12,3	6,2	39,7	20,1	Ls3	7,7	2,6	0,1	0,2	

9.1.4 Eggfing

9.1.4.1 Donau-Hochterrasse

Profil-Nr.: 7039-101 (Eggfing 1)
 Profilart: A
 Neigung: 1°
 Bodentyp: Kolluvial über stark erodierter Parabraunerde
 Ap-Horizont (ca. 30cm abgeschoben)

Aufnahmedatum: 05.07.95
 Höhe über NN: 347m
 Exposition: E

Lage: R: 4512570 - H: 5423500
 Reliefotyp: Hochterrasse
 Nutzung: Acker

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
101/1	10-20	M	0-60	stark toniger Schluff, einzelne Quarzkiese, kohärent, sehr schwach bis schwach humos, 10YR 4/4-10YR 4/6 (braun), Holzkohlefitter, carbonatfrei;	I
101/2	25-35	IIM	60-90	stark schluffiger Ton, skelettfrei, subpolyedrisch, einzelne Toncutane erkennbar, relativ dicht, sehr schwach humos, 10YR 4/4 (braun), Holzkohlefitter, carbonatfrei;	II
101/3	40-55				
101/4	65-80				
101/5	90-100	IIIIBt	90-120	schluffiger Ton, dicht, subpolyedrisch bis polyedrisch, sehr schwach humos, 7,5YR 4/6 (braun), nadelstichporig, kaum hydromorph, carbonatfrei;	III
101/6	105-115	ICkeV	120-180	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), sehr carbonatreich mit Loßkindeln > 3cm Durchmesser, nicht zerstörte Mollusken, kohärent bis subpolyedrisch, homogen, leicht hydromorph geprägt in Form von Manganflecken, nadelstichporig, im oberen Teil greift Bt-Horizont zapfenartig in diesen Horizont ein;	
101/7	130-145				
101/8	150-170	fBv-Cv	180-200	stark schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), dichter und toniger als der hangende Horizont, vereinzelt Kiese mit < 0,5 cm Kantenlänge, Loßkindel, carbonatreich, leicht hydromorph, Humusbahnen und -nester, alte Wurzelgänge sichtbar, nadelstichporig;	(IV?)
101/9	180-195				
101/10	200-210	fBv	200-210+	schluffiger Lehm, sehr schwach humos, 10YR 5/8 (gelblich braun), carbonathaltig;	IV

Kurzinterpretation: I, II = Hangkolluvien, III = Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde und Würmlöß mit verbrauntem Abschnitt (IV?), IV = Mittelwärboden;
 Nach den Bohrunterlagen der MERO folgen an dieser Stelle bis 420cm Löß, bis 540cm Loßlehm sowie ab 540cm der HochterrasSENSCHOTTER der Donau.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	M	10-20	Sp.	1,1	1,5	3,2	5,7	43,0	25,6	8,2	76,8	17,5	U14	7,2	0,0	0,7	1,2	
2		25-35	Sp.	0,5	0,8	2,8	4,1	41,4	28,6	5,9	75,9	20,0	U14	7,2	0,0	0,4	0,6	
3		40-55	Sp.	0,7	0,9	2,7	4,2	43,5	28,2	7,1	78,9	16,9	U14	7,3	0,0	0,4	0,6	
4	IIM	65-80	0,0	0,4	0,6	1,2	2,3	31,8	28,5	9,3	69,6	28,1	Tu4	7,3	0,0	0,3	0,6	
5	IIIIBt	90-100	0,0	0,2	0,4	0,9	1,5	26,1	22,1	7,4	55,5	42,9	Tu3	7,2	0,0	0,3	0,5	
6		105-115	0,0	0,1	0,2	0,6	0,9	30,8	22,2	7,2	60,2	38,9	Tu3	7,2	Sp.	0,2	0,4	
7	ICkeV	130-145	0,0	0,2	0,3	1,2	1,6	39,2	31,5	7,4	78,1	20,3	U14	7,8	28,5	0,1	0,2	
8		150-170	Sp.	0,4	0,3	1,0	1,7	37,1	32,6	7,7	77,3	21,0	U14	7,8	28,9	0,1	0,2	
9	(IV?)fBv-Cv	180-195	Sp.	0,4	0,4	0,8	1,6	29,5	33,5	10,1	73,1	25,3	Tu4	7,7	16,9	0,2	0,3	
10	IVfBv	200-210	Sp.	1,7	5,6	7,4	14,7	28,9	22,1	7,0	58,0	27,3	Lu	7,7	5,8	0,1	0,3	

372 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7039-102 (Eggfing 2)
 Profilart: A
 Neigung: 1°
 Bodentyp: Kolluvisol über schnurkeramischer Grubenverfüllung und Wümlöß

Aufnahmedatum: 05.07.95
 Höhe über NN: 347m
 Exposition: E

Lage: R: 4512570 - H: 5423505
 Reliefentyp: Hochterrasse
 Nutzung: Lage unter Weg

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
102/1	15-30	jC	0-30	stark toniger Schluff, einzelne Gesteinsbruchstücke, schwach humos, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei,	I
102/2	30-45	M	30-80	toniger bis stark toniger Schluff, teilweise Sandlinsen, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), Holzkohlefitter, undatiertes Keramikbruchstück in 70cm Tiefe, carbonatfrei;	II
102/3	50-65				
102/4	70-80				
102/5	85-95	M	80-95	stark schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei, nach unten hin durch schmales Sandbändchen abgegrenzt;	III
102/6	100-110	M	95-130	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5YR 4/4 bis 7,5YR 4/6 (braun), sehr heterogen, polyedrisch, carbonatfrei;	IV
102/7	115-125				
102/8	140-150	j(Bt)	130-180	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5YR 3/3 (dunkelbraun), Holzkohlefitter, datiertes Keramikbruchstück (Schnurkeramik), carbonatfrei, ¹⁴ C-Datierungen an Holzkohlen: 4355±170 BP (¹⁴ C) und 3865 BP (¹⁴ C);	V
102/9	160-175				
102/10	185-200	ICkcv	180-230+	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatreich, kleinere Lößkinder, leicht hydromorph beeinflusst, zwischen 1,8 und 2,0m stärker verlehmt,	VI
102/11	210-230				

Kurzinterpretation: I = Aufschüttung aus Wegebau, II, III = Hangkolluvien, IV = lokal umgelagertes Bt-Material, V = Grubenfüllung der Schnurkeramik aus Bt-Material, VI = Wümlöß.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	jC	15-30	Sp.	1,5	1,9	3,7	7,1	39,4	26,7	8,7	74,8	18,1	Ut4	7,6	0,0	0,8	1,3	
2	IIIM	30-45	Sp.	0,8	1,4	3,8	6,0	44,0	25,5	7,4	76,8	17,2	Ut4	7,6	0,0	0,4	0,8	
3		50-65	0,0	1,0	1,8	3,9	6,7	41,7	27,7	8,1	77,5	15,8	Ut3	7,5	0,0	0,4	0,6	
4		70-80	0,0	0,5	1,0	2,7	4,2	40,1	29,9	8,5	78,5	17,3	Ut3	7,5	0,0	0,4	0,6	
5	IIIM	85-95	0,0	0,5	0,7	2,0	3,3	32,6	27,3	9,7	69,6	27,1	Tu4	7,3	0,0	0,3	0,6	
6	IVM	100-110	0,0	0,0	0,4	1,7	2,1	26,4	22,2	7,8	56,4	41,6	Tu3	7,2	0,0	0,3	0,5	
7		115-125	0,0	0,1	0,3	1,1	1,4	28,3	21,4	7,8	57,5	41,1	Tu3	7,2	0,0	0,2	0,3	
8	Vj(Bt)	140-150	0,0	0,0	0,2	1,0	1,2	31,0	24,6	8,0	63,6	35,2	Tu3	7,2	0,0	0,2	0,4	
9		160-175	0,0	0,0	0,2	1,3	1,6	26,6	22,5	6,6	55,6	42,7	Tu3	7,3	1,3	0,5	0,8	
10	VIIcKcv	185-200	0,0	0,8	0,6	1,4	2,8	35,3	31,9	5,2	72,3	24,9	Ut4	7,8	24,5	0,1	0,2	
11		210-230	0,0	0,6	0,5	1,0	2,0	37,9	29,2	13,2	80,3	17,6	Ut4	7,8	25,0	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7039-103 (Eggfing 3)
 Profilart: A
 Neigung: 1°
 Bodentyp: Kolluvisol über stark erodierter Parabraunerde

Aufnahmedatum: 05.07.95
 Höhe über NN: 347m
 Exposition: E

Lage: R: 4512580 - H: 5423510
 Reliefentyp: Hochterrasse
 Nutzung: Lage unter Weg

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
jC	0-30	stark toniger Schluff, einzelne Gesteinsbruchstücke, schwach humos, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei,	I
M	30-80	toniger bis stark toniger Schluff, teilweise Sandlinsen, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), Holzkohlefitter, carbonatfrei;	II
M	80-90	stark schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei;	III
fBt	90-120	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5YR 4/4 bis 7,5YR 4/6 (braun), polyedrisch, carbonatfrei;	IV
ICkcv	120-180+	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatreich, kleinere Lößkinder, leicht hydromorph beeinflusst;	

Kurzinterpretation: I = Aufschüttung aus Wegebau, II, III = Hangkolluvien, IV = Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde und Wümlöß.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend;

Profil-Nr.: 7039-104 (Eggfling 4) Aufnahme datum: 07.07.95 Lage: R: 4512595 - H: 5423510
 Profilart: A Höhe über NN: 347m Relief formtyp: Hochterrasse
 Neigung: 1° Exposition: E Nutzung: Lage unter Weg
 Bodentyp: Kolluvisol über stark erodierter Parabraunerde

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
jC	0-20	stark toniger Schluff, einzelne Gesteinsbruchstücke, schwach humos, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei,	I
M	20-80	toniger bis stark toniger Schluff, kleiner Kiese, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), Holzkohleflitter, carbonatfrei, nestartig dichtere Abschnitte;	II
M	80-95	stark schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), carbonatfrei, Holzkohleflitter, nestartige Tonanreicherungen aus Bt-Material, Humusbahnen, leicht hydromorph;	III
fBt	95-140	schluffiger Ton, sehr schwach humos, sehr dicht, leicht hydromorph, 7,5YR 4/6 (braun), polyedrisch, carbonatfrei, greift zapfenartig in liegenden Horizont ein;	IV
ICkeV	140-180+	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatreich, kleinere Löbkandel, leicht hydromorph beeinflusst mit Ton-Humus-Nestern;	

Kurzinterpretation: I = Aufschüttung aus Wegebau, II, III = Hangkolluvien, IV = Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde und Würmlöß.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend;

Profil-Nr.: 7039-105 (Eggfling 5) Aufnahme datum: 07.07.95 Lage: R: 4512605 - H: 5423510
 Profilart: A Höhe über NN: 347m Relief formtyp: Hochterrasse
 Neigung: 1° Exposition: E Nutzung: Lage unter Weg
 Bodentyp: Kolluvisol

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
n.b.		jC	0-20	stark toniger Schluff, einzelne Gesteinsbruchstücke, schwach humos, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei,	I
105/1	25-40	M	20-70	stark toniger Schluff, im oberen Bereich noch mehr Kiese, sehr schwach bis schwach humos, 10YR 5/8 (gelblich braun), carbonatfrei;	II
105/2	45-55				
105/3	55-70				
105/4	70-80	M-Sw	70-80	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 4/4-4/6 (braun), carbonatfrei, stärker hydromorph, nach unten hin durch feinkiesige Kieslage getrennt;	
105/5	80-90	M-Sw	80-90	stark toniger Schluff, einzelne feine Kiese, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), stärkere hydromorphe Ausprägung mit Mangan- und Eisenflecken, carbonatfrei; z.T. leichte sandige Zwischenlagen angedeutet, Keramikbruchstücke;	III
105/6	90-95	M-Sw	90-100	toniger Schluff, einzelne feine Kiese, 10YR 4/4 (braun) als dominante Farbe, helleres, schwach sandiges Bändchen eingeschaltet, carbonatfrei, stark hydromorph beeinflusst;	IV
105/7	100-110	M-Sw	100-110	stark toniger Schluff, dichter, geringere Hydromorphierung, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei;	V
105/8	110-125	fBt	110-130	schluffiger Ton, sehr schwach humos, sehr dicht, leicht hydromorph, 7,5YR 4/6 (braun), polyedrisch, carbonatfrei;	VI
105/9	130-140	fBtv	130-140	Übergangshorizont, schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 4/4 (braun), carbonatarm;	
105/10	150-160	ICkeV	140-160+	stark toniger Schluff, 10YR 5/8 (gelblich braun), sehr carbonatreich;	

Kurzinterpretation: I = Aufschüttung aus Wegebau, II = Hangkolluvium, III, IV, V = jung- bis mittelholozäne Rinnensedimente, VI = Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde und Würmlöß.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	IIM	25-40	5,1	0,9	1,4	2,1	4,4	41,9	25,5	8,0	75,4	20,4	Ut4	7,5	0,0	0,8	1,3	
2		45-55	1,1	0,4	1,1	2,9	4,5	40,6	26,1	6,6	73,3	22,2	Ut4	7,5	0,0	0,5	0,8	
3		55-70	Sp.	2,3	2,9	4,1	9,3	41,6	21,6	7,8	70,9	19,9	Ut4	7,6	0,0	0,4	0,6	
4	M-Sw	70-80	Sp.	1,5	1,8	4,7	8,0	41,8	23,8	7,4	73,0	18,9	Ut4	7,5	0,0	0,4	0,6	
5	IIIM-Sw	80-90	Sp.	1,1	1,2	3,7	5,9	43,2	25,8	7,2	76,2	17,8	Ut4	7,5	0,0	0,3	0,5	
6	IIVM-Sw	90-95	Sp.	0,7	0,9	2,7	4,3	45,4	27,9	6,2	79,5	16,2	Ut3	7,5	0,0	0,3	0,4	
7	VM-Sw	100-110	Sp.	0,6	1,0	2,5	4,1	39,3	25,6	10,6	75,5	20,4	Ut4	7,3	0,0	0,3	0,5	
8	VIHbt	110-125	Sp.	0,0	0,1	1,5	1,6	25,4	22,3	7,5	55,3	43,1	Tu3	7,2	0,0	0,2	0,4	
9	fBtv	130-140	Sp.	0,1	0,1	1,1	1,2	30,0	24,0	8,4	62,5	36,3	Tu3	7,3	1,1	0,2	0,4	
10	ICkeV	150-160	Sp.	0,2	0,3	1,3	1,9	40,0	30,8	6,9	77,6	20,5	Ut4	7,8	28,8	0,1	0,1	

374 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7039-106 (Eggfing 6)
 Profilart: A
 Neigung: 1°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 07.07.95
 Höhe über NN: 347m
 Exposition: E

Lage: R: 4512620 - H: 5423510
 Reliefomtyp: Hochterrasse
 Nutzung: Lage unter Weg

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
JC	0-20	stark toniger Schluff, einzelne Gesteinsbruchstücke, schwach humos, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei,	I
M	20-60	stark toniger Schluff, im oberen Bereich noch mehr Kiese, sehr schwach bis schwach humos, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei, neuzeitliche Ziegel in 30cm Tiefe;	II
M-Sw	60-70	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatfrei, stärker hydromorph, Hüttenlehm, Keramik, nach unten hin durch feinkiesige Kieslage getrennt;	
M-Sw	70-85	stark toniger Schluff, einzelne feine Kiese, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), stärkere hydromorphe Ausprägung mit Mangan- und Eisenflecken, carbonatfrei, z.T. leicht sandige Zwischenlagen angedeutet;	III
M-Sw	85-100	toniger Schluff, einzelne feine Kiese, 10YR 4/4 (braun) als dominante Farbe, helleres, schwach sandiges Bändchen eingeschaltet, carbonatfrei, stark hydromorph beeinflusst;	IV
M-Sd	100-110	stark toniger Schluff, dichter, hydromorph, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei, nach unten scharf abgegrenzt;	V
fBt	110-130	schluffiger Ton, sehr schwach humos, sehr dicht, leicht hydromorph, 7,5YR 4/6 (braun), polyedrisch, carbonatfrei, erosiv verkürzter Horizont;	VI
ICkeV	130-150+	stark toniger Schluff, 10YR 5/8 (gelblich braun), sehr carbonatreich;	

Kurzinterpretation: I = Aufschüttung aus Wegebau, II = Hangkolluvium, III, IV, V = jung- bis mittel holozäne Rinnensedimente, VI = Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde und Würmlöß.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

9.1.4.2 Lößhügelland

Profil-Nr.: 7038-507 (Eggfling 7)
 Profilart: A
 Neigung: 4°
 Bodentyp: stark erodierte Parabraunerde
 ca. 10cm Ap-Horizont abgeschoben

Aufnahmedatum: 10.07.95
 Höhe über NN: 368m
 Exposition: E

Lage: R: 4512100 - H: 5423520
 Reliefortyp: Mittelhang
 Nutzung: Acker

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
507/1	0-20	Ap	0-20	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, schwach humos, 7,5YR 3/3 (dunkelbraun) bis 7,5YR 4/4 (braun), dicht, nadelstichporig, carbonatfrei;	I
507/2	20-35	Bt	20-60	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), dicht, Toncutane deutlich, Humuseinschleppungen, leicht hydromorph beeinflusst, carbonatfrei, unruhiger Übergang zum liegenden Horizont;	
507/3	35-50	ICkcv	60-215	in sich kaum differenzierbarer Löß, stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatreich bis sehr carbonatreich, teilweise Konzentration von Lößkindeln und Mollusken, Manganausfällungen an Wurzelbahnen, nadelstichporig;	
507/4	60-80				
507/5	90-100	ICkcv-fBv	215-225	Übergangshorizont, stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonathaltig, dichter als hangende Horizonte;	(II?)
507/6	110-130				
507/7	130-150				
507/8	155-175				
507/9	185-200				
507/10	215-225				
507/11	225-250	fBtv	225-250	schluffiger Ton, sehr schwach humos, carbonathaltig;	II
507/12	250-275	fBt*Sd	250-275	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5YR 5/8 (leuchtend braun), Mangan- und Eisenflecken, sehr scharfe Trennung zum liegenden Horizont durch Kieselage, carbonatfrei;	
507/13	275-295	fBt*Sd	275-300+	schluffiger Ton, schwach kiesig, sehr schwach humos, nicht so stark pseudovergleyt wie hangender Horizont, carbonatfrei;	III

Kurzinterpretation: I = Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde und Würmlöß, II, III = R/W-Interglazialboden aus Fließerden (Parabraunerde-Pseudogley).

Bodananalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-20	Sp.	0,1	0,4	2,4	2,9	27,6	26,1	9,3	62,9	34,1	Tu3	7,0	0,0	0,5	0,9	
2	Bt	20-35	0,0	0,1	0,3	1,9	2,3	28,9	26,3	8,8	63,9	33,8	Tu3	7,2	0,0	0,2	0,4	
3		35-50	0,0	0,1	0,2	1,9	2,1	29,0	25,2	7,6	61,9	36,0	Tu3	7,5	2,4	0,3	0,5	
4	ICkcv	60-80	Sp.	0,3	0,5	2,0	2,8	39,7	28,7	7,9	76,3	20,9	Ut4	7,8	30,0	0,1	0,2	
5		90-100	Sp.	0,5	0,7	1,5	2,7	39,5	29,5	7,3	76,3	20,9	Ut4	7,8	29,3	0,1	0,2	
6		110-130	Sp.	0,8	1,0	1,8	3,6	41,9	27,3	7,0	76,2	20,1	Ut4	7,9	23,0	0,1	0,2	
7		130-150	0,0	0,7	0,5	1,6	2,8	39,7	29,8	7,3	76,8	20,4	Ut4	7,8	24,5	0,1	0,2	
8		155-175	0,0	0,0	0,2	1,3	1,5	40,6	32,3	6,6	79,6	18,9	Ut4	7,8	28,1	0,1	0,2	
9		185-200	Sp.	0,5	1,1	2,0	3,6	39,2	28,6	7,6	75,5	20,9	Ut4	7,8	18,6	0,2	0,3	
10	(II?)Ckcv-fBv	215-225	Sp.	0,5	1,1	2,8	4,4	39,0	24,4	7,5	70,9	24,7	Ut4	7,8	10,4	0,3	0,4	
11	IIfBtv	225-250	Sp.	0,2	0,8	3,1	4,1	31,3	28,0	10,1	69,4	26,5	Tu4	7,7	7,5	0,3	0,5	
12	fBt*Sd	250-275	Sp.	0,1	0,7	2,8	3,6	25,9	25,3	10,5	61,7	34,8	Tu3	7,4	0,0	0,4	0,7	
13	III fBt*Sd	275-295	5,0	5,2	3,2	4,3	12,6	26,0	22,7	7,7	56,4	31,0	Tu3	7,4	0,0	0,2	0,4	

376 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7038-508 (Eggfling 8) Aufnahmedatum: 07.07.95 Lage: R: 4512100 - H: 5423510
 Profilart: A Höhe über NN: 368m Reliefortyp: Mittelhang
 Neigung: 1° Exposition: E Nutzung: Lage unter Weg
 Bodentyp: neuzeitliche Aufschüttungen bzw. Kolluvien über sehr stark erodierter Parabraunerde
 ca. 15cm abgeschoben

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
jC (Ap)	0-25	schluffiger Lehm, schwach humos, 10YR 4/6 (braun), dicht, Holzkohlefitter, carbonatfrei, einzelne Kiese, in einer Lage konzentriert;	I
M	25-50	schluffiger Lehm, schwach humos, 10YR 4/6 (braun), dicht, Kiese in Kieslage konzentriert, auch Mergel als Skelettbruchstücke auftretend;	II
M	50-80	s.o., durch Kieslage eindeutig getrennt;	III
M	80-120	s.o., durch Kieslage eindeutig getrennt, höherer Anteil an Holzkohlen, etwas dunkler (10YR 4/4), insgesamt geringerer Kiesanteil;	IV
fAh	120-135	schluffiger Ton, humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), Toncutane des ursprünglichen Bt-Horizontes noch erkennbar, leicht pseudovergleyt, carbonatfrei;	V
fAh+ICv	135-150	Verzahnungshorizont, schwach humos, schluffiger Lehm, 10YR 3/3 (dunkelbraun) und 10YR 5/6 (gelblich braun) getrennt voneinander, nebeneinander auftretend, Mollusken, Matrix z.T. ebenfalls carbonathaltig;	
ICkv	150-220	toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/8 (gelblich braun), skelettfrei, Molluskensplitter, carbonatreich, kaum weiter in sich differenzierbar;	
fBt*Sd	220-240	schluffiger Ton, sehr schwach humos, braun, Toncutane, pseudovergleyt, meist in Form von Mangannadeln, weniger Eisenaussfällungen, carbonatfrei, dicht, nach unten hin durch Kieslage getrennt;	VI
fBt	240-270+	schluffiger Ton, weniger dicht als oben, sehr schwach humos, braun, carbonatfrei, geringer pseudovergleyt als oben;	VII

Kurzinterpretation: I - IV = jeweils durch Kieslagen eindeutig getrennte anthropogene Umlagenen (Kolluvien), V = Rest des holozänen Bodens mit Würmlöß, VI, VII = Rib/Wurm-Interglazialboden aus Fließberden (Parabraunerde-Pseudogley).

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend;

Profil-Nr.: 7038-509 (Eggfling 9) Aufnahmedatum: 11.07.95 Lage: R: 4512150 - H: 5423510
 Profilart: A Höhe über NN: 365m Reliefortyp: Mittelhang
 Neigung: 3° Exposition: E Nutzung: Acker (Weizen)
 Bodentyp: Kolluvisol über fossiler Schwarzerde-Parabraunerde
 Grundwasser bei 2,00m anstehend

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
509/1	0-20	Ap	0-20	stark toniger Schluff, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), kohärent, Humusflecken, carbonatfrei, leicht hydromorph beeinflusst;	I
509/2	20-60	M	20-60	stark toniger Schluff, sehr schwach kiesig mit leichter Konzentration der Kiese in 30cm Tiefe, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	
509/3	60-80	M-Sw	60-80	schluffiger Lehm, sehr schwach humos, stark pseudovergleyt, als Grundfarbe 10YR 4/4 (braun), dabei vorwiegend Eisenaussfällungen, carbonatfrei;	II
509/4	80-120	fAh-Bt*Sd	80-120	schluffiger Ton, schwach humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), dicht, pseudovergleyt, Toncutane deutlich, carbonatfrei;	III
509/5	120-130	fBt*Sd	120-180	schluffiger Ton, sehr schwach humos, polyedrisch, farblich stark heterogen, stark hydromorph beeinflusst, v.a. Mangannadeln ausgeprägt, die alte Wurzelgänge nachzeichnen, carbonatfrei;	
509/6	130-160				
509/7	180-190	Go-ICv	180-200	stark schluffiger Ton, schwach kiesig, sehr schwach humos, vergleyt, carbonathaltig, in 200cm Kiesband ausgebildet;	
n.b.		Gr-Cv	200-210+		

Kurzinterpretation: I, II = Hangkolluvien, III = fossile Schwarzerde-Parabraunerde mit Übergang zum Würmlöß.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org.S (%)
				Gew. %	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T					
1	Ap	0-20	Sp.	1,9	1,9	2,8	6,6	37,5	26,6	8,6	72,7	20,7	Urt4	7,2	0,0	1,0	1,8	
2	M	20-60	Sp.	1,7	2,6	3,3	7,7	39,3	24,5	8,8	72,7	19,7	Urt4	7,2	0,0	0,4	0,7	
3	III-M-Sw	60-80	Sp.	4,1	3,0	2,9	10,0	28,0	24,1	9,7	61,8	28,2	Lu	6,9	0,0	0,3	0,5	
4	III-fAh-Bt*Sd	80-120	0,0	1,8	3,1	4,3	9,2	26,3	21,8	8,7	56,7	34,0	Tu3	6,8	0,0	0,7	1,2	
5	fBt*Sd	120-130	Sp.	0,5	1,2	3,6	5,3	25,9	21,8	8,8	56,5	38,2	Tu3	6,9	0,0	0,4	0,7	
6		130-160	Sp.	0,5	0,4	3,5	4,5	27,7	24,4	8,8	60,9	34,7	Tu3	7,0	0,0	0,2	0,3	
7	Go-ICv	180-190	5,1	0,6	0,6	4,6	5,8	31,8	26,7	9,4	67,9	26,3	Tu4	7,7	14,7	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7039-110 (Eggfling 10) Aufnahmedatum: 11.07.95 Lage: R: 4512500 - H: 5423510
 Profilart: A Höhe über NN: 348m Reliefformtyp: Unterhang/Hangfuß
 Neigung: 1° Exposition: E Nutzung: Acker (Weizen)
 Bodentyp: Kolluvisol über fossiler Schwarzerde-Parabraunerde
 ca. 20cm Ap-Horizont abgeschoben

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
110/1	10-30	M	0-100	stark toniger Schluff, fast skelettfrei, sehr schwach humos, sehr homogen, 10YR 4/4 (braun), Holzkohleflitter, alte Tonüberzüge, teilweise sandigere Abschnitte in Form hellerer Bändchen zwischengeschaltet, carbonatfrei;	I
110/2	40-60				
110/3	70-90				
110/4	100-120	M-Sw	100-140	stark schluffiger Ton bis stark toniger Schluff, sehr schwach humos, vereinzelt Kiese, stark hydromorphe Überprägung mit Eisen- und Manganflecken, nadelstichporig, undatierte Keramikbruchstücke, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	II
110/5	120-140				
110/6	145-165	fAh-Bvt*Sd	140-170	schluffiger Lehm, skelettfrei, schwach humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), stark hydromorph überprägt, Toncutane, sehr dicht, carbonatfrei;	III
110/7	170-190	fBt*Sd	170-250	schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun) als Grundfarbe, insgesamt aber stark rostfleckig, carbonatfrei;	
n.b.				in 250cm Tiefe Kieslage, bis dahin kein carbonathaltiger Löß anstehend;	

Kurzinterpretation: I, II = Hangkolluvien, III = fossile Schwarzerde-Parabraunerde.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n											Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org.-S (%)
				gS		mS		fS		S		gU		mU					
1	M	10-30	0,0	0,1	0,3	3,0	3,4	43,3	27,6	7,0	78,0	18,7	U14	7,5	0,0	0,4	0,7		
2		40-60	0,0	0,2	0,4	1,8	2,5	42,1	31,7	7,8	81,6	15,9	U13	7,4	0,0	0,3	0,6		
3		70-90	0,0	0,3	0,7	2,5	3,5	41,2	29,2	8,3	78,6	17,8	U14	7,3	0,0	0,3	0,6		
4	II-M-Sw	100-120	0,0	1,8	2,3	2,6	6,7	29,2	28,5	9,7	67,4	25,9	Tu4	7,3	0,0	0,2	0,4		
5		120-140	Sp.	3,3	3,5	3,1	10,0	24,0	25,7	10,2	59,9	30,0	Tu3/Lu	7,2	0,0	0,3	0,5		
6	III-fAh-Bvt*Sd	145-165	0,0	1,2	1,9	2,9	6,0	28,3	26,8	9,0	64,2	29,8	Lu	7,1	0,0	0,6	1,0		
7	fBt*Sd	170-190	0,0	0,3	1,3	4,1	5,7	26,7	24,0	7,8	58,5	35,9	Tu3	7,0	0,0	0,4	0,7		

9.1.4.3 Donau-Hochterrasse (Schnitt 2)

Profil-Nr.: 7039-111 (Eggfling 11) Aufnahmedatum: 13.07.95 Lage: R: 4513370 - H: 5423750
 Profilart: A Höhe über NN: 346m Reliefformtyp: Hochterrasse
 Neigung: - Exposition: -- Nutzung: Lage unter Weg
 Bodentyp: (junge Aufschüttung über) Ackerbraunerde aus Parabraunerdesolum
 ca. 15cm abgeschoben

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
jC		humoser, steiniger Auftrag im Zuge des Pipelinebaus;	I
fAp		schluffiger Lehm, schwach humos, sehr schwach kiesig, 10YR 3/4 (dunkelbraun), carbonatfrei, Toncutane erkennbar, leicht hydromorph mit Rostfleckung;	II
fBt		schluffiger Lehm, skelettfrei, hydromorph überprägt, 7,5YR 3/3 (dunkelbraun), carbonatfrei;	
ICkeV		stark toniger Schluff, skelettfrei, vereinzelt Lößkündel und Mollusken (nicht zerrieben), kohärent, carbonatreich, 10YR 5/8 (gelblich braun);	
ICkeV-Sw	140-180	toniger Schluff, skelettfrei, carbonathaltig, 10YR 6/4 (matt gelblich orange) und 10YR 5/8 (gelblich braun), an Basis des Horizontes Konzentration von Mollusken und Kalkausfällungen;	
fBt-Go	180-200	schluffiger Lehm, Toncutane, sehr schwach humos, alte Wurzelgänge mit Mangannadeln ausgefüllt, Eisen- und Mangankonkretionen, farblich heterogen mit 2,5Y 5/4 (gelblich braun) für die Oxidationsbereiche und 5Y 6/2 (grau) für die Reduktionsbereiche, carbonatfrei;	III
Bt-Gr	200-220+	entspricht obigem Horizont, bei nun fast ausschließlich grauen Reduktionsmerkmalen;	

Kurzinterpretation: I = junge Aufschüttung, II = Rest der holozänen Parabraunerde und Wümlöß, III = fossiler Bt-Horizont?

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

378 9 Dokumentation

9.1.5 Reisbach im Vilstai¹

Profil-Nr.: 7441-101 (Reisbach 1)
 Profilart: A
 Neigung: 2°
 Bodentyp: Acker-Parabraunerde-Pseudogley

Aufnahmedatum: 16.09.94
 Höhe über NN: 396m
 Exposition: NNW

Lage: R. 4545900 - H. 5381700
 Reliefmorphotyp: Mittelhang
 Nutzung: Wiese

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
101/1	5-15	Ap	0-25	sandig-lehmiger Schluff, humos, 7,5YR 4/4 (braun) an der Oberfläche einzelne Kiese, Kulturschutt, kohärent, relativ dicht, Ackerhorizont, augenblicklich aus der Ackernutzung genommen;	I
101/2	15-25	Al-Sw	25-45	schluffiger Lehm, schwach humos, 7,5YR 5/3 (matt braun) und 7,5YR 4/6 (braun), stark rostfleckig, Konkretionen von Eisen und Mangan, teilweise auch stark gebleichte Bereiche, porenreich, Humusflecken;	
101/3	30-40				
101/4	45-55	Sw-Sd	45-60	schluffiger Lehm, sehr schwach humos, Übergangshorizont, etwas dichter;	
101/5	60-70	Bt-Sd	60-80+	schluffiger Lehm, dicht, subpolyedrisches bis polyedrisches Gefüge, gebleichte Aggregatoberflächen, die Toncutane nachzeichnen, 7,5YR 4/6 (braun), Eisenkonkretionen dominierend;	

Kurzinterpretation: I = Acker-Parabraunerde-Pseudogley aus Lößlehmkolluvium.

Bodennalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	5-15	1,2	1,5	10,5	13,7	25,7	32,6	17,5	8,5	58,5	15,9	Uls	7,1	0,0	1,4	2,4	
2	Al-Sw	15-25	Sp.	1,5	10,4	12,2	24,1	31,6	18,4	8,1	58,1	17,8	Lu	7,0	0,0	0,7	1,2	
3		30-40	1,7	0,4	11,1	14,4	25,9	31,7	16,8	6,3	54,8	19,3	Lu	7,5	0,0	0,5	0,8	
4	Sw-Sd	45-55	Sp.	0,6	9,3	13,3	23,3	31,7	17,3	7,1	56,1	20,6	Lu	7,6	0,0	0,3	0,5	
5	Bt-Sd	60-70	Sp.	0,8	6,5	10,7	18,1	24,0	20,7	8,8	53,5	28,4	Lu	7,6	0,0	0,4	0,7	

Profil-Nr.: 7441-102 (Reisbach 2)
 Profilart: A
 Neigung: 2°
 Bodentyp: Kolluvisol (mit leichter Tonverlagerung)

Aufnahmedatum: 16.09.94
 Höhe über NN: 396m
 Exposition: NNW

Lage: R. 4545900 - H. 5381720
 Reliefmorphotyp: Mittelhang
 Nutzung: Wiese

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
102/1	5-15	Ap	0-25	sandig-lehmiger Schluff, humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), an der Oberfläche einige Kiese führend (schwach kiesig), kohärent;	I
102/2	25-40	M	25-120	schluffiger bis schwach sandiger und schwach toniger Lehm, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), schwach humos mit nach unten hin abnehmender Tendenz des Humusgehaltes, kaum Kiese, Holzkohlefitter, transportgerundete, abgerollte Keramik (vorgeschiebtlich), ab ca. 100 cm leichte Pseudovergleyung einsetzend, Toncutane makroskopisch erkennbar mit meist kleinräumiger Differenzierung;	
102/3	45-60				
102/4	80-100				
102/5	100-120	M-Sw	100-120	schluffiger Lehm, sehr schwach humos, skelettfrei, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), marmoriert, dominierende Eisenoxidausfällungen, Spuren von Holzkohlefittern;	II
102/6	130-150	M-Sw	120-150	schluffiger Lehm, sehr schwach humos, etwas dichter, 10YR 5/4 (matt gelblich braun) und grau-marmoriert;	
102/7	160-180	M-Sd-Go	150-190	schwach toniger Lehm, 10YR 1,7/1 (schwarz), sehr stark humos (annoorig), mittel kiesig, pflanzliche Makroreste;	III
102/8	200-220	fAa	190-230	toniger Lehm, grau, pflanzliche Makroreste;	IV
n.b.		Gr	230-250+		

Kurzinterpretation: I = Kolluvisol aus Lößlehmmaterial, darin leichte Parabraunerdeentwicklung angedeutet (Tongehaltsdifferenzierung noch nicht ausreichend für Ansprache als Parabraunerde), II = älteres (spätbronzezeitliches?) kolluviales Paket (nicht keramikführend, nur vereinzelt Holzkohlefitter), III = annoorige Rinnefazies mit feinkiesigen Schotteranteilen, IV = Fließerde, stark tertiärbeeinflusst.

¹ Sämtliche Profile dieses Standortes sind carbonatfrei.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben- tiefe (in cm)	Skelett (Gew.- %)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden- art	pH (CaCl ₂)	CaCO ₃ (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	5-15	3,1	1,4	8,6	12,1	22,0	33,9	19,7	8,3	61,9	16,1	Uls	6,3	0,0	1,7	2,9	
2	M	25-40	1,3	1,3	11,8	13,9	26,9	30,4	16,8	7,1	54,3	18,8	Lu	6,3	0,0	0,8	1,3	
3		45-60	0,0	0,8	13,2	15,7	29,7	22,2	17,6	7,4	47,1	23,2	Ls2	6,3	0,0	0,7	1,1	
4		80-100	Sp.	0,7	11,2	13,6	25,5	29,0	13,9	6,4	49,3	25,1	Lt2	6,3	0,0	0,5	0,8	
5	M-Sw	100-120	0,0	0,6	9,1	12,7	22,4	31,5	16,1	5,9	53,5	24,1	Lu	6,5	0,0	0,5	0,9	
6	HM-Sw	130-150	0,0	0,5	7,2	10,0	17,7	33,9	20,8	6,2	60,9	21,4	Lu	6,5	0,0	0,3	0,5	
7	M-Sd-Go	160-180	0,0	0,6	9,8	11,8	22,3	33,1	16,0	5,3	54,3	23,4	Lu	6,5	0,0	0,2	0,4	
8	IIIaA	200-220	27,5	1,8	6,4	9,6	17,8	18,2	16,6	13,3	48,2	34,0	Lt2	5,7	0,0	8,7	15,0	

Profil-Nr.: 7441-103 (Reisbach 3)

Aufnahmedatum: 16.09.94

Lage: R: 4545900 - H: 5381740

Profilart: A

Höhe über NN: 396m

Reliefformtyp: Mittelhang

Neigung: 2°

Exposition: NNW

Nutzung: Wiese

Bodentyp: Kolluvisol (mit leichten Anzeichen einer Profildifferenzierung in Form von Tonverlagerung)

Proben- Nr.	Proben- tiefe in cm	Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
103/1	5-20	Ap	0-30	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), relativ dicht;	I
103/2	30-45	M	30-90	schluffiger Lehm, fast skelettfrei, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), subpolyedrisch, Humusfleckung, Holzkohleflitter; Matrix in Farbe und Bodenart inhomogen, Tonbeläge teilweise erkennbar, Waschstein in 50cm Tiefe;	
103/3	45-60				
103/4	70-85				
103/5	90-105	M-Sw	90-110	leichte Anzeichen von Hydromorphierung ab 90cm Tiefe bei sonst gleichbleibenden bodenkundlichen Parametern;	
103/6	115-130	M-Sd	110-135	schluffiger Lehm, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), vorwiegend Eisenkonkretionen, weniger Mangan, Holzkohleflitter, transportgenudete, abgerollte Keramik in 120cm Tiefe;	
103/7	140-150	M-Sw	135-150	schwach sandiger Lehm, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), Holzkohleflitter;	II
103/8	150-160	M-Sd	150-170	schluffiger Ton, schwach humos, 10YR 4/2 (gräulich gelbbraun), polyedrisches Gefüge, sehr dicht;	III
103/9	160-170				
103/10	170-180	M-Sd-Gro	170-180	schwach schluffiger Ton, humos, marmoriert, als Grundfarbe 10YR 4/2 (gräulich gelbbraun), sehr dicht;	IV
103/11	185-200	VHw	180-210	stark sandiger Lehm*, organisch, 10YR 1,7/1 (schwarz), mit pflanzlichen Makroresten und Holzstücken;	V
n.b.		VIGr	210-220+	schluffiger Ton, grau;	VI

Kurzinterpretation: I = (mehrgliedriges?) Kolluvium aus Lößlehmmaterial, darin leichte Parabraunerdeentwicklung angedeutet (Tongehaltsdifferenzierung noch nicht ausreichend für Ansprache als Parabraunerde), II = sandiges Kolluvium, III = toniges Kolluvium, lößbeeinflusst, IV = vorwiegend tertiär beeinflusstes Umlagerungssediment (Kolluvium?), V = organische Rinnefazies, sandig, VI = Fließerde, stark tertiärbeeinflusst.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben- tiefe (in cm)	Skelett (Gew.- %)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden- art	pH (CaCl ₂)	CaCO ₃ (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	5-20	Sp.	2,1	6,1	7,9	16,0	33,0	22,8	8,9	64,7	19,2	Lu	6,3	0,0	2,3	4,0	
2	M	30-45	Sp.	1,2	4,6	7,2	13,0	34,2	22,5	7,8	64,6	22,4	Lu	6,4	0,0	0,9	1,6	
3		45-60	0,0	0,5	6,4	8,5	15,4	32,6	22,1	8,0	62,7	21,9	Lu	6,3	0,0	0,9	1,6	
4		70-85	Sp.	0,5	9,2	10,9	20,6	29,3	20,9	7,3	57,4	21,9	Lu	6,4	0,0	1,0	1,7	
5	M-Sw	90-105	0,0	0,8	9,8	11,1	21,7	31,1	19,4	7,0	57,4	20,8	Lu	6,4	0,0	0,8	1,4	
6	M-Sd	115-130	0,0	0,7	11,0	13,9	25,6	30,3	14,3	5,8	50,4	24,0	Lu	6,4	0,0	0,7	1,2	
7	HM-Sw	140-150	0,0	0,5	17,9	18,5	36,9	29,0	12,0	4,0	45,0	18,1	Ls2	6,5	0,0	0,4	0,7	
8	HM-Sd	150-160	0,0	0,3	3,9	6,0	10,2	21,3	23,4	9,5	54,2	35,6	Tu3	6,5	0,0	0,9	1,6	
9		160-170	0,0	0,6	2,7	6,7	10,0	24,9	22,3	9,6	56,8	33,2	Tu3	6,6	0,0	0,7	1,2	
10	IVM-Sd-Gro	170-180	0,0	0,0	0,3	0,6	0,9	10,3	26,1	16,5	52,9	46,2	Tu2	6,4	0,0	1,2	2,1	
11	VHw*	185-200	0,0	24,8	19,3	5,8	49,9	8,5	10,6	9,2	28,3	21,9	Ls4	6,0	0,0	29,1	50,1	

*Die Korngrößenbestimmung kann hier aufgrund der sehr hohen Anteile an organischem Material (keine Humuszersetzung) keine genauen Ergebnisse liefern.

380 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7441-104 (Reisbach 4)

Profilart: A

Neigung: 2°

Bodentyp: Kolluvisol mit angedeuteter Tonverlagerung

Aufnahmedatum: 16.09.94

Hohe über NN: 395m

Exposition: NNW

Lage: R: 4545900 - H: 5381760

Reliefformtyp: Mittelhang

Nutzung: Wiese

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
104/1	10-20	Ap	0-30	toniger Schluff, humos, 10YR 5/3 (matt gelblich braun), einige Kiese an der Oberfläche;	I
104/2	50-65	M	30-80	stark toniger Schluff, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), Toncutane teilweise erkennbar, Holzkohleflitter;	
104/3	70-80				
104/4	85-95	M-Sw	80-95	schluffiger Lehm, leichte Pseudovergleyung in Form von Eisenkonkretionen, 10YR 5/4 (matt gelblich braun);	
104/5	100-110	M-Sw	95-110	sandig-lehmiger Schluff, schwach humos, schmales Band mit Mangankonkretionen, 10YR 5/4 (matt gelblich braun);	II
104/6	125-135	M-Sd	110-135	stark toniger Schluff, schwach humos, 7,5YR 4/4 (braun) als Grundfarbe, zum Teil stark gefleckte Abschnitte mit gebleichten Bahnen, Holzkohleflitter;	
104/7	140-150	M-Sd-Gro	135-160	schluffiger Ton, humos, 10YR 4/2 (gräulich gelbbraun) marmoriert mit vorherrschend grauen Bereichen, teils auch mit Eisen- und Mangankonkretionen bzw. -konkretionen;	III
104/8	160-170	fHw	160-180	schluffiger Ton, organisch, 10YR 1,7/1 (schwarz), pflanzliche Makroreste;	IV
n.b.		Gr	180-200+	schluffiger Ton, grau;	V

Kurzinterpretation: I = mehrgliedriges Kolluvium aus Lößlehmmaterial, II = sandiges Kolluvium, III = vorwiegend tertiär beeinflusstes Kolluvium, IV = organische Rinnenfazies, tonig, V = Fließerde, stark tertiär beeinflusst.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	10-20	Sp.	0,8	5,1	7,7	13,6	35,3	22,3	10,2	67,8	16,6	Ut3	6,3	0,0	2,3	3,9	
2	M	50-65	0,0	0,3	4,3	7,3	11,9	31,3	25,1	9,5	65,9	22,2	Ut4	6,3	0,0	0,7	1,2	
3		70-80	0,0	0,3	4,6	6,9	11,8	31,2	25,4	8,6	65,2	23,0	Ut4	6,3	0,0	0,8	1,4	
4	M-Sw	85-95	0,0	0,5	6,1	9,5	16,1	34,6	20,8	9,0	64,4	19,5	Lu	6,3	0,0	0,9	1,5	
5	III-M-Sw	100-110	0,0	1,5	9,6	11,4	22,5	36,8	19,1	7,0	62,4	15,1	Uls	6,4	0,0	0,7	1,1	
6	M-Sd	125-135	0,0	1,1	7,0	11,0	19,1	32,9	20,8	8,1	61,8	19,0	Ut4	6,3	0,0	0,8	1,3	
7	III-M-Sd-Gro	140-150	0,0	0,0	0,9	2,3	3,2	15,7	27,7	13,7	57,1	39,7	Tu3	6,2	0,0	1,9	3,3	
8	IVfHw	160-170	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	6,0	0,0	21,9	37,6	

Profil-Nr.: 7441-105 (Reisbach 5)

Profilart: A

Neigung: 2°

Bodentyp: Kolluvisol, pseudovergleyt

Aufnahmedatum: 29.09.94

Hohe über NN: 395m

Exposition: NNW

Lage: R: 4545895 - H: 5381775

Reliefformtyp: Mittelhang

Nutzung: Wiese

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
105/1	5-20	Ap	0-30	schluffiger Lehm, humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun);	I
105/2	30-40	M	30-80	schluffiger Lehm, schwach humos, 10YR 5/3 (matt gelblich braun), teilweise nestartige Anreicherung kleiner Kiese, bindig, Hüftenlehm und Holzkohleflitter;	
105/3	40-50				
105/4	55-65				
105/5	70-80				
105/6	80-90	M-Sw-Sd	80-90	stark toniger Schluff, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), marmoriert mit vorherrschenden Bleichungserscheinungen;	II
105/7	90-100	M-Sd	90-100	schluffiger Lehm, humos, 7,5YR 4/4 (braun), keine Hinweise auf Tonverlagerung (keine Toncutane);	III
105/8	100-110	M-Sd-Gro	100-130	schluffiger Ton, schwach humos bis humos, 10YR 4/2 (gräulich gelbbraun), Konzentration an Holzkohleflittern, z.T. auch kleiner Stückchen, nach unten hin heller (gräulicher) werdend;	IV
105/9	115-125				
105/10	130-145	fAa	130-145	toniger Lehm, extrem humos, 10YR 1,7/1 (schwarz), mit pflanzlichen Makroresten;	V
n.b.		Gr	145-160+		VI

Kurzinterpretation: I = recht sandiges Kolluvium aus Lößlehmmaterial, II, III = stark lößlehmbeeinflusste Kolluvien, IV = Kolluvium mit hohem Anteil an Tertiärmaterial, V = humoses, amoores Rinnensediment, VI = Fließerde, stark tertiär beeinflusst.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	5-20	0,0	1,6	6,7	9,8	18,1	32,7	21,4	9,7	63,8	18,0	Lu	6,3	0,0	1,6	2,8	
2	M	30-40	0,0	1,3	7,0	10,1	18,4	32,4	20,7	8,9	62,0	19,8	Lu	6,4	0,0	0,9	1,6	
3		40-50	4,0	3,9	8,9	10,6	23,4	30,2	19,5	8,2	57,9	18,7	Lu	6,4	0,0	0,8	1,4	
4		55-65	0,0	1,5	8,5	11,8	21,8	30,4	19,5	8,1	58,0	20,3	Lu	6,4	0,0	0,6	1,0	
5		70-80	0,0	1,1	6,9	10,5	18,5	33,7	19,3	8,0	61,0	20,5	Lu	6,5	0,0	0,7	1,1	
6	IIM-Sw	80-90	0,0	0,2	2,1	3,2	5,5	27,7	30,6	13,1	71,4	23,0	U4	6,6	0,0	0,9	1,6	
7	IIIM-Sd	90-100	0,0	0,2	2,6	3,8	6,6	17,0	28,8	17,8	63,6	29,7	Lu	6,5	0,0	1,2	2,1	
8	IVM-Sd-Gro	100-110	0,0	0,0	0,9	2,8	3,7	14,9	26,3	16,2	57,4	38,8	Tu3	6,5	0,0	1,4	2,4	
9		115-125	0,0	0,0	0,1	0,9	1,0	18,1	25,8	14,4	58,3	40,7	Tu3	6,5	0,0	0,7	1,2	
10	VfAa	130-145	0,0	9,1	12,2	5,4	26,7	10,0	12,7	13,8	36,6	36,8	Lt3	6,3	0,0	15,5	26,7	

Profil-Nr.: 7441-106 (Reisbach 6) Aufnahme datum: 29.09.94 Lage: R: 4545895 - H: 5381800
 Profilart: A Höhe über NN: 395m Relief formtyp: Mittelhang
 Neigung: 2° Exposition: NNW Nutzung: Wiese
 Bodentyp: Kolluvisol, pseudovergleyt

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, humos, dunkelbraun, schwach kiesig,	I
M	30-50	schluffiger Lehm, schwach humos, braun, subpolyedrische Ausprägung, z.T. bereits leicht pseudovergleyt, Holzkohlefitter;	
M-Sw	50-70	toniger Schluff, schwach humos, farblich sehr heterogen, mit Oxidations- und Reduktionsmerkmalen, Holzkohlefitter;	II
M-Sd-Gro	70-90	toniger Lehm, humos, dicht, braungrau, relative Holzkohlekonzentration in ca. 80cm Tiefe;	III
fAa	90-105	toniger Lehm, extrem humos, schwarz, pflanzliche Makroreste;	IV
Gr	105-120+	toniger, dichter, grau;	V

Kurzinterpretation: I = recht sandiges Kolluvium aus Lößlehmmaterial, II = stark lößlehmbeeinflusste Kolluvien, III = Kolluvien mit hohem Anteil an Tertiärmaterial, IV = humoses, anmooriges Rinnensediment, V = Fließerde, stark tertiärbeeinflusst.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7441-107 (Reisbach 7) Aufnahme datum: 29.09.94 Lage: R: 4545890 - H: 5381815
 Profilart: A Höhe über NN: 395m Relief formtyp: Mittelhang
 Neigung: 2° Exposition: NNW Nutzung: Wiese
 Bodentyp: Kolluvisol, pseudovergleyt

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, humos, dunkelbraun, schwach kiesig,	I
M	30-60	schluffiger Lehm, schwach humos, braun, subpolyedrische Ausprägung, z.T. bereits leicht pseudovergleyt, Holzkohlefitter;	
M-Sw	60-70	toniger Schluff, schwach humos, farblich sehr heterogen, mit Oxidations- und Reduktionsmerkmalen;	II
M-Sd-Gro	70-90	toniger Lehm, humos, dicht, braungrau, dicht, Holzkohlefitter;	III
fAa	90-100	toniger Lehm, extrem humos, schwarz, pflanzliche Makroreste;	IV
Gr	100-110+	lehmiger Ton, dichter, grau;	V

Kurzinterpretation: I = recht sandiges, mehrgliedriges Kolluvium aus Lößlehmmaterial, II = stark lößlehmbeeinflusste Kolluvien, III = Kolluvien mit hohem Anteil an Tertiärmaterial, IV = humoses, anmooriges Rinnensediment, V = Fließerde, stark tertiärbeeinflusst.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7441-108 (Reisbach 8) Aufnahme datum: 29.09.94 Lage: R: 4545890 - H: 5381825
 Profilart: A Höhe über NN: 394 m Relief formtyp: Mittelhang
 Neigung: 2° Exposition: NNW Nutzung: Wiese
 Bodentyp: Kolluvisol, pseudovergleyt,

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-25	schluffiger Lehm, humos, dunkelbraun, schwach kiesig,	I
M-Sw	25-50	schluffiger Lehm, schwach humos, braun, subpolyedrisch, pseudovergleyt, Holzkohlefitter;	
M-Sd	50-70	toniger Schluff, schwach humos, farblich sehr heterogen, mit Oxidations- und Reduktionsmerkmalen;	II
fAa	70-75	toniger Lehm, stark humos, schwarz;	III
Gor	75-105	toniger, dichter, grauer;	IV
Cn	105+	Kies;	V

Kurzinterpretation: I = Kolluvium aus Lößlehmfließerde material, II = stark lößlehmbeeinflusstes Kolluvium (von I nach II leichte Tonverlagerung), III humoses, anmooriges Sediment, IV = Fließerde, stark tertiärbeeinflusst, V = Niederterrassenschotter der Vils.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

382 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7441-109 (Reisbach 9) Aufnahmedatum: 29.09.94 Lage: R: 4545885 - H: 5381700
 Profilart: Hb Höhe über NN: 396m (ca. 15m westl. 7441-101) Reliefformtyp: Mittelhang
 Neigung: 2° Exposition: NNW Nutzung: Wiese
 Bodentyp: Kolluvisol über Parabraunerde aus spätbronzezeitlichem Kolluvium

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
Ap	0-30	schluffiger Lehm, braun, subpolyedrisch, mit Ziegelbruchstückchen, sonst steril;	I
M-Sw	30-45	schluffiger Lehm, hellbraun, subpolyedrisch, einzelne Keramikbruchstückchen;	II
fAa*Sw-Sd	45-80	schluffiger Lehm, verstärkte Hydromorphierung, z.T. sandige Partien, nach unten hin dichter werdend, mit Häufung von Eisen- und Mangan-Konkretionen;	
fBt*Sd	80-120	toniger Schluff, dicht, graubraun, mit Toncutanen;	III
Gro	120-180	sandiger Schluff, rötlich grau, carbonathaltige Mergelbruchstücke;	IV
Cn	180+	Kiese, Schotter;	

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = spätbronzezeitliches Kolluvium, III = Fließerde aus Lößlehm und Tertärmaterial, IV = ältere Niederterrassenschotter der Vils oder Hangkiese;

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7441-110 (Reisbach 10) Aufnahmedatum: 29.09.94 Lage: R: 4545885 - H: 5381720
 Profilart: A Höhe über NN: 396m (15 m westl. von 7441-102) Reliefformtyp: Mittelhang
 Neigung: 2° Exposition: NNW Nutzung: Wiese
 Bodentyp: Kolluvisol, pseudovergleyt

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
110/1	5-20	Ap	0-30	toniger Schluff, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), humos, einzelne Kiese (sehr schwach kiesig), Ziegel;	I
110/2	35-50	M	30-130	schwach sandiger bis schluffiger Lehm, schwach humos, einzelne Kiese (Quarze), anthropogen bearbeitete Steine, Holzkohleflitter, Hüttenlehm, nach unten hin tonhaltiger mit einzelnen Toncutanen, 10YR 4/4 (braun);	II
110/3	60-75	M-Sw	130-190	schluffiger Lehm, sehr schwach humos, skelettfrei, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), Holzkohleflitter und Hüttenlehm, starke hydromorphe Merkmale, nach unten hin Bleichmerkmale zunehmend;	
110/4	90-105				
110/5	110-130				
110/6	130-150				
110/7	150-170				
110/8	170-190				
110/9	190-200	M-Sd	190-200	schluffiger Lehm, dicht, humos, skelettfrei, hohe Anteile an Bleichmerkmalen, 10YR 2/3 (bräunlich schwarz);	III
110/10	200-220	fAa*Sd	200-220	überprägter Aa-Horizont, 10YR 1,7/1 (schwarz), toniger Lehm, extrem humos;	
110/11	220-240	fAa	220-240	schluffiger Sand, 10YR 1,7/1 (schwarz), extrem humos, pflanzliche Makroreste;	IV
n.b.		Gr	240-250+	toniger, dichter;	V

Kurzinterpretation: I = Kolluvium aus Lößlehmmaterial, durch Anzeichen von Tonverlagerung differenziert, II = Kolluvium aus Lößlehmmaterial, III = tertiär beeinflusstes Umlagerungssediment mit hohem organischen Anteil, IV = organische, sandige Rinnenfazies, V = Fließerde, stark tertiärbeeinflusst;

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T	G e w. %					
1	Ap	5-20	Sp.	1,5	9,9	12,5	23,9	34,3	16,9	8,6	59,8	16,8	Ut3	6,6	0,0	1,5	2,6	
2	M	35-50	3,7	8,8	10,2	13,5	32,5	28,2	14,4	5,9	48,5	19,0	Ls2	6,6	0,0	1,0	1,6	
3		60-75	0,0	0,8	11,5	14,4	26,7	30,1	15,5	5,7	51,3	22,0	Lu	6,6	0,0	0,6	1,0	
4	HIM-Sw	90-105	0,0	0,6	10,5	10,5	21,6	32,5	16,0	5,9	54,3	24,1	Lu	6,7	0,0	0,7	1,2	
5		110-130	0,0	0,5	9,4	12,4	22,3	31,1	16,3	5,9	53,3	24,4	Lu	6,7	0,0	0,9	1,5	
6		130-150	0,0	0,5	9,8	14,6	24,9	32,7	15,6	5,8	54,1	21,0	Lu	6,8	0,0	0,5	0,9	
7		150-170	0,0	0,3	9,8	13,3	23,3	31,2	16,2	6,8	54,1	22,5	Lu	6,6	0,0	0,4	0,6	
8		170-190	0,0	0,6	9,4	12,8	22,9	33,7	15,0	6,4	55,1	22,0	Lu	6,6	0,0	0,5	0,9	
9		M-Sd	190-200	0,0	0,3	8,3	12,0	20,6	26,8	16,7	9,1	52,6	26,8	Lu	6,3	0,0	1,8	3,2
10	III fAa*Sd	200-220	0,0	1,7	6,1	3,8	11,6	8,8	18,1	19,4	46,3	42,2	Lt3	5,9	0,0	11,4	19,6	
11	IV fAa	220-240	0,0	34,9	21,4	14,3	70,6	12,9	8,7	4,1	25,7	3,7	Su3	5,7	0,0	14,8	25,4	

Profil-Nr.: 7441-111 (Reisbach 11)
Profilart: A
Neigung: 2°
Bodentyp: Kolluvisol, pseudovergleyt

Aufnahmedatum: 29.09.94
Höhe über NN: 395m (15 m westl. von 7441-103)
Exposition: NNW

Lage: R: 4545885 - H: 5381740
Reliefformtyp: Mittelhang
Nutzung: Wiese

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
111/1	5-25	Ap	0-30	schluffig-lehmiger Sand, sehr schwach kiesig, stark humos, 2,5Y 6/4 (matt gelb);	I
111/2	40-55	M	40-95	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, schwach humos, 2,5Y 5/4 (gelblich braun);	
111/3	60-75				
111/4	80-95				
111/5	95-110	M-Sw	95-110	schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, 2,5Y 6/4 (matt gelb);	II
111/6	115-125	M-Sd	110-150	schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, 2,5Y 6/2 (gräulich gelb);	
111/7	135-145				
111/8	155-170	M-Sd	150-185	schluffiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, 2,5Y 5/2 (dunkel gräulich gelb) bis 10YR 4/3 (matt gelblich braun);	III
111/9	170-185				
111/10	185-195	M-Sd-Gro	185-200	schwach schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, 2,5Y 5/2 (dunkel gräulich gelb);	IV
111/11	200-215	fAh	200-215	toniger Lehm, skelettfrei, sehr stark humos, 7,5 YR 2/1 (schwarz), 4910±70 BP (¹⁴ C) (Hv 21700) an organischer Substanz;	V
n.b.		Gr	215-220+	grauer, toniger;	VI

Kurzinterpretation: I = Kolluvium aus Lößlehmmaterial, durch Anzeichen von Tonverlagerung differenziert, II = Kolluvium aus Lößlehmmaterial, III = Kolluvium aus Lößlehmmaterial, kaum Sand; IV = stark humose, tonig ausgeprägte Rinnenfazies, V = Fließerde, stark tertärfbeeinflusst.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	5-25	Sp.	1,1	7,4	11,7	20,3	34,1	19,7	9,0	62,8	16,9	Uls	6,5	0,0	1,7	2,9	
2	M	40-55	Sp.	0,7	7,3	11,1	19,1	32,1	19,9	8,8	60,8	20,2	Lu	6,7	0,0	0,7	1,3	
3		60-75	Sp.	0,8	10,6	13,9	25,3	29,3	18,2	7,4	54,8	19,9	Lu	6,7	0,0	0,7	1,2	
4		80-95	Sp.	0,9	10,7	13,3	25,0	32,0	16,9	8,1	57,0	18,0	Lu	6,8	0,0	0,7	1,1	
5	IIM-Sw	95-110	0,0	0,9	10,8	15,0	26,7	32,7	16,4	5,9	55,1	18,2	Lu	6,8	0,0	0,4	0,7	
6	M-Sd	115-125	0,0	0,9	10,1	13,4	24,5	31,0	15,0	5,9	52,0	23,6	Lu	6,8	0,0	0,3	0,6	
7		135-145	0,0	0,5	12,2	15,2	27,8	29,4	15,8	5,6	50,8	21,4	Lu	6,8	0,0	0,4	0,7	
8	IIIM-Sd	155-170	0,0	0,2	3,9	5,8	9,9	29,4	23,5	8,7	61,6	28,5	Lu	6,8	0,0	0,6	1,0	
9	M-Sd	170-185	0,0	1,7	5,1	9,4	16,3	26,6	21,0	9,3	57,0	26,8	Lu	6,7	0,0	0,4	0,7	
10	IIVM-Sd-Gro	185-195	0,0	0,0	0,3	1,2	1,5	21,2	16,1	13,7	51,0	47,5	Tu2	6,7	0,0	0,6	1,1	
11	VfAh	200-215	0,0	6,4	7,8	4,8	19,0	8,6	13,2	19,8	41,6	39,4	Lt3	6,2	0,0	5,1	8,8	

9.1.6 Thalmassing

9.1.6.1 Villa rustica

Profil-Nr.: 7038-101 (Thalmassing 1)
 Profilart: A
 Neigung: 2°
 Bodentyp: prä-römischer Kolluvisol über gekappter Löß-Parabraunerde;

Aufnahmedatum: 30.06.94
 Höhe über NN: 356m
 Exposition: SE

Lage: R: 4511900 - H:5418700
 Relieförmigtyp: Mittelhang
 Nutzung: Acker (Mais)

Proben-Nr. n.b.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
		jC	0-15	vermishtes Aufschüttungsmaterial, toniger Schluff, vereinzelt Kiese, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), Spuren gebrannten Lehms;	I
101/1	20-30	M	15-45	stark toniger Schluff, schwach humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), Holzkohleflitter, leicht pseudovergleyt, porenreich, humose Flecken, carbonatfrei;	II
101/2 101/3	35-45 50-60	M-Sw	45-60	schluffiger Lehm, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 2/1-2/2 (schwarz bis bräunlich schwarz), rostbraune Fleckung mit Eisen- und Manganflächen, vorgeschichtliche Keramik (undatiert) in 60cm Tiefe konzentriert, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	
101/4	65-80	M-Sd	60-100	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig, humos, 10YR 2/1-2/2 (schwarz bis bräunlich schwarz), stark pseudovergleyt, Holzkohleflitter;	III
101/5 101/6	90-100 105-120	fBt* Sd	100-125	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 5/3 (matt gelblich braun), polyedrisch, starke Pseudovergleyung, unregelmäßiger Übergang zum liegenden Löß, vereinzelt Kalkkonkretionen und Lößkündel, Matrix carbonatfrei;	IV
101/7	125-140	ICkeV	125-150+	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), leicht pseudovergleyt, stark molluskenführend, kohärent, carbonatreich;	

Kurzinterpretation: I = römischer Aufschüttungshorizont, II = jüngeres vorgeschichtliches Kolluvium, III = älteres vorgeschichtliches, humoses Kolluvium z.T. aus Bt-Material (umgelagertes Parabraunerde-Schwarzerde-Solum), IV = Bt-Rest der holozänen Parabraunerde und Würm-Löß, Tonverlagerung von II nach III.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	HM	20-30	Sp.	0,4	1,5	3,0	4,9	32,0	29,3	9,6	70,9	24,2	Ut4	7,2	0,0	0,6	1,0	
2		35-45	0,0	0,4	2,3	2,5	5,2	28,0	27,4	10,8	66,2	28,6	Ut4	7,1	0,0	0,9	1,6	
3	M-Sw	50-60	Sp.	1,2	2,7	3,1	7,0	27,4	24,9	10,9	63,2	29,8	Lu	7,1	0,0	1,8	3,1	
4	HM-Sd	65-80	Sp.	0,4	1,4	1,7	3,5	26,4	22,3	10,2	59,1	37,6	Tu3	7,1	0,0	1,5	2,6	
5		90-100	0,0	0,3	0,6	1,9	2,8	25,4	23,8	9,2	58,5	38,8	Tu3	7,1	0,0	1,6	2,7	
6	IVfBt* Sd	105-120	0,0	0,3	0,6	1,8	2,7	30,4	24,9	8,3	63,6	33,7	Tu3	7,3	0,0	0,4	0,6	
7	ICkeV	125-140	Sp.	0,9	0,9	1,5	3,3	34,5	32,2	7,8	74,5	22,2	Ut4	7,8	16,6	0,2	0,3	

Profil-Nr.: 7038-102 (Thalmassing 2)
 Profilart: A
 Neigung: 2°
 Bodentyp: prä-römischer Kolluvisol über gekappter Löß-Parabraunerde;

Aufnahmedatum: 01.07.94
 Höhe über NN: 356m
 Exposition: SE

Lage: R: 4511900 - H:5418685
 Relieförmigtyp: Mittelhang
 Nutzung: Acker (Mais)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
102/1	5-15	jC+M	0-15	stark toniger Schluff, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), kohärent, nadelstichporig, carbonatfrei;	I
102/2	20-30	M	15-45	stark toniger Schluff, sehr schwach kiesig (kleinere Quarzkiese mit Kantenlänge < 2cm, in Nestern angereichert), sehr schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), markante Texturinhomogenitäten mit tonigeren Partien, diffus verteilte Spuren gebrannten Lehms, carbonatfrei;	II
102/3	35-45	M-Sw		stark toniger Schluff, skelettfrei, schwach humos, 10YR 5/3 (matt gelblich braun), Konzentration von Holzkohleflittern, Pseudovergleyung vorwiegend in Form von Manganflecken, carbonatfrei;	
102/4	50-60	M-Sd	45-65	schluffiger Ton, sehr schwach kiesig (mit vereinzelt Quarzkiesen), schwach humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), Mangan- und Eisenflecken als Ausdruck der Pseudovergleyung, polyedrisch, Holzkohleflitter in der Matrix, carbonatfrei;	III
102/5	70-85	fBt* Sd	65-90	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5-10YR 5/4 (matt braun bis matt gelblich braun), polyedrisch, stark pseudovergleyt, Horizont greift zapfenförmig in den liegenden Horizont ein;	IV
102/6	95-105	ICkeV	90-130+	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), Molluskensplitter, carbonatreich;	

Kurzinterpretation: I = römischer Aufschüttungshorizont, vermisht mit kolluvialem Material, II = jüngeres vorgeschichtliches Kolluvium, III = älteres vorgeschichtliches Kolluvium, z. T. aus Bt-Material, IV = Bt-Rest der holozänen Parabraunerde und Würm-Löß, Tonverlagerung von II nach III.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	jC+M	5-15	Sp.	1,3	2,3	2,9	6,5	33,7	26,3	9,2	69,3	24,3	U14	6,8	0,0	0,7	1,2	
2	IM	20-30	Sp.	0,6	1,1	2,3	4,1	34,0	25,1	12,7	71,8	24,1	U14	6,7	0,0	0,5	0,9	
3	M-Sw	35-45	0,0	1,2	2,0	2,4	5,7	31,8	28,8	9,3	69,8	24,5	U14	6,7	0,0	0,6	1,1	
4	IIIM-Sd	50-60	Sp.	0,8	1,3	2,0	4,2	25,9	24,0	9,7	59,6	36,3	Tu3	6,6	0,0	0,6	1,0	
5	IVBt* Sd	70-85	0,0	0,1	0,7	2,0	2,8	27,2	24,7	7,6	59,4	37,8	Tu3	6,7	0,0	0,4	0,7	
6	ICkcv	95-105	Sp.	0,3	0,4	1,5	2,1	38,9	31,6	7,7	78,1	19,7	U14	7,8	16,4	0,2	0,4	

Profil-Nr.: 7038-103 (Thalmassing 3)

Profilart: A

Neigung: 2°

Bodentyp: prä-römischer Kolluvisol über gekappter Löß-Parabraunerde;

Aufnahmedatum: 01.07.94

Hohe über NN: 356m

Exposition: SE

Lage: R: 4511900 - H: 5418690

Reliefformtyp: Mittelhang

Nutzung: Acker (Mais)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
103/1	5-15	jC+M	0-15	stark toniger Schluff, schwach humos, 10YR 5/3 (matt gelblich braun), Humusflecken (braun), Spuren gebrannten Lehm, carbonatfrei;	I
103/2	20-30	M	15-30	stark toniger Schluff, schwach humos, 10YR 5/3 (matt gelblich braun), Holzkohlefitter konzentriert am Übergang zum liegenden Horizont, carbonatfrei;	II
103/3	35-45	M-Sw	30-45	stark toniger Schluff, schwach humos, 10YR 5/3 (matt gelblich braun), Holzkohlefitter, schwach pseudovergleyt, carbonatfrei;	
103/4	50-65	M-Sd	45-70	schluffiger Ton, schwach humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), dicht, pseudovergleyt in Form von Mangan- und Eisenflecken;	III
103/5	80-90	Bt* Sd	70-95	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5-10YR 5/4 (matt braun bis matt gelblich braun), polyedrisch, glänzende Oberflächen (Toncutane), stark pseudovergleyt, Horizont greift zapfenförmig in den liegenden Horizont ein;	IV
103/6	95-105	ICkcv	95-110+	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), verlehmt, Lößkündel, Molluskensplinter, carbonatreich;	

Kurzinterpretation: I = römischer Aufschüttungshorizont, vermischt mit kolluvialen Material, II = jüngeres vorgeschichtliches Kolluvium, III = älteres Kolluvium, z. T. aus Bt-Material, IV = Bt-Rest der holozänen Parabraunerde und Wütm-Löß, Tonverlagerung zwischen II und III.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	jC+M	5-15	Sp.	1,0	2,2	3,0	6,2	33,5	30,6	9,6	73,7	20,1	U14	7,0	0,0	0,6	1,0	
2	IM	20-30	Sp.	1,1	2,0	2,3	5,4	34,4	28,5	10,5	73,4	21,2	U14	6,9	0,0	0,6	1,0	
3	M-Sw	35-45	Sp.	2,5	2,9	2,6	8,0	32,7	27,1	10,2	70,1	22,0	U14	6,9	0,0	0,6	1,0	
4	IIIM-Sd	50-65	Sp.	1,1	2,1	2,0	5,2	29,3	24,6	8,8	62,7	32,1	Tu3	6,8	0,0	0,7	1,3	
5	IVBt* Sd	80-90	0,0	0,1	0,5	2,0	2,6	27,2	26,2	9,0	62,4	34,9	Tu3	6,9	0,0	0,4	0,6	
6	ICkcv	95-105	Sp.	0,8	0,9	2,2	3,8	36,0	28,6	8,7	73,3	22,9	U14	7,7	12,6	0,2	0,3	

Profil-Nr.: 7038-104 (Thalmassing 4)

Profilart: A

Neigung: 2°

Bodentyp: prä-römischer Kolluvisol über gekappter Löß-Parabraunerde;

Aufnahmedatum: 01.07.94

Hohe über NN: 356m

Exposition: SE

Lage: R: 4511900 - H: 5418695

Reliefformtyp: Mittelhang

Nutzung: Acker (Mais)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
104/1	0-10	jC+M	0-15	stark toniger Schluff, schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	I
104/2	20-35	M	15-35	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), Holzkohlefitter konzentriert am Übergang zum liegenden Horizont, carbonatfrei;	II
104/3	40-50	M-Sw	35-50	schluffiger Lehm, schwach humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), schwach pseudovergleyt, carbonatfrei;	III
104/4	55-65	M-Sd	50-70	schluffiger Ton bis schluffiger Lehm, sehr schwach humos bis schwach humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), dicht, pseudovergleyt in Form von Mangan- und Eisenflecken;	IV
104/5	70-80	FAh-Bt* Sd	70-120	schluffiger Ton, schwach humos, 7,5-10YR 5/3 (matt braun bis matt gelblich braun), polyedrisch, glänzende Oberflächen (Toncutane), stark pseudovergleyt, Horizont greift zapfenförmig in den liegenden Horizont ein;	V
104/6	95-100				
104/7	120-130	ICkcv	120-130+	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), verlehmt, Lößkündel, Molluskensplinter, carbonatreich;	

Kurzinterpretation: I = römischer Aufschüttungshorizont, vermischt mit kolluvialen Material, II = jüngeres vorgeschichtliches Kolluvium, III = sandiges „Zwischensediment“ (Kolluvium), IV = älteres Kolluvium z. T. aus Bt-Material, V= Rest der holozänen Schwarzerde-Parabraunerde und Wütm-Löß, Tonverlagerung zwischen II, III und IV.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	jC+M	0-10	0,0	1,4	3,0	3,7	8,1	32,4	29,3	8,2	69,9	22,0	Uf4	7,3	0,0	0,6	1,0	
2	IIM	20-35	Sp.	1,5	2,0	2,9	6,5	34,3	26,4	9,4	70,1	23,5	Uf4	7,0	0,0	0,5	0,9	
3	IIIM-Sw	40-50	Sp.	3,3	11,4	3,3	18,0	29,5	22,5	8,6	60,6	21,4	Lu	7,0	0,0	0,6	1,0	
4	IVM-Sd	55-65	0,0	4,3	2,9	2,4	9,6	28,9	23,8	9,0	61,6	28,8	Lu	6,9	0,0	0,3	0,5	
5	VfAh-Bt* Sd	70-80	0,0	2,5	0,5	1,2	4,2	28,6	22,9	8,8	60,4	35,4	Tu3	6,9	0,0	0,7	1,2	
6		95-100	0,0	3,1	0,5	0,9	4,4	30,2	22,9	7,7	60,9	34,7	Tu3	7,0	0,0	0,7	1,3	
7	ICkcv	120-130	3,0	2,0	1,0	1,0	4,0	38,6	26,0	8,1	72,7	23,3	Uf4	7,8	13,5	0,2	-0,3	

Profil-Nr.: 7038-105 (Thalmassing 5)
 Profilart: A
 Neigung: 2°
 Bodentyp: rezenter Kolluvisol

Aufnahmedatum: 01.07.94
 Höhe über NN: 358m
 Exposition: SE

Lage: R: 4511890 - H: 5418750
 Reliefformtyp: Mittelhang
 Nutzung: Acker (Mais)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
105/1	10-20	Ap	0-30	schluffiger Lehm, schwach kiesig, humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, carbonatfrei;	I
105/2	35-50	M	30-60	schluffiger Lehm, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	
n.b.		jjC		Grundmauer der römischen villa rustica	II

Kurzinterpretation: I = Kolluvisol, II = Grundmauer der römischen villa rustica

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	10-20	4,3	2,2	5,1	8,0	15,3	31,0	23,2	10,3	64,5	20,3	Lü	7,0	0,0	2,2	3,8	
2	M	35-50	0,0	5,8	1,7	3,1	10,5	32,9	24,9	9,4	67,2	22,3	Lu	6,8	0,0	0,8	1,4	

9.1.6.2 Baugrube „Lichtinger“

Profil-Nr.: 7038-401 (Lichtinger 1)
 Profilart: A
 Neigung: 3°
 Bodentyp: Kolluvisol über gekappter Löß-Parabraunerde

Aufnahmedatum: 05.09.95
 Höhe über NN: 364m
 Exposition: S

Lage: R: 4511660 - H: 5418700
 Reliefformtyp: Mittelhang
 Nutzung: Acker (Mais)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
401/1	10-30	Ap	0-30	stark toniger Schluff, schwach humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, sehr schwach kiesig mit Quarzkieseln mit einer maximalen Kantenlänge von 1 cm, Tonüberzüge erkennbar, Bt-Material mit eingearbeitet, carbonatfrei;	I
401/2	35-50	M	30-50	stark toniger Schluff, sehr schwach kiesig, schwach humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), nadelstichporig, kaum Tonüberzüge erkennbar, locker, carbonatfrei;	
401/3	55-75	M-Sw	50-80	stark toniger Schluff, skelettfrei, sehr schwach humos, 10YR 4/4 (braun), hydromorph mit Rostfleckung, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	
401/4	80-90	M-Sd	80-90	stark schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, relativ dicht, 7,5 YR 3/4 (dunkelbraun), Toncutane erkennbar, Holzkohlestückchen, z.T. stärker gebleichte Abschnitte;	
401/5	90-100	fBt*Sd	90-130	schluffiger Ton, ganz vereinzelt auftretende Quarzkiese, sehr schwach humos, dicht, 7,5 YR 4/4 - 4/6 (braun), farblich teilweise inhomogen, stark hydromorph mit flächenhaften Manganüberzügen, großflächige Tonpateten, alte Wurzelbahnen deutlich sichtbar, subpolyedrisch bis polyedrisch, carbonatfrei;	II
401/6	105-120				
401/7	130-145	fBt+ICkcv	130-145	Verzahnungshorizont, stark toniger Schluff, ganz vereinzelt auftretende Quarzkiese, tonigere, braune Bereiche wechseln mit schluffigeren, gelblich braunen Abschnitten (10YR 5/6 als dominante Farbe), sehr schwach humos, hydromorph beeinflusst, nadelstichporig, einzelne Lößkinder, Molluskensplitter, carbonatreich;	
401/8	150-170	ICcv	145-180	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), einzelne Lößkinder, carbonatreich;	
401/9	185-205	ICkcv	180-210	w.o. nur mit Konzentration an Mollusken in 180cm Tiefe, Lößkinder (<1,5cm) verstärkt auftretend, Häufung von Eisenkonkretionen in 190cm Tiefe, carbonatreich;	
401/10	220-240	fBv	210-240+	stark schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), hydromorph beeinflusst mit Eisen- und Mangankonkretionen, Lößkinder (bis 3cm Länge), vereinzelt Quarzkiese, alte Wurzelbahnen ausgekleidet mit Mangan- oder Ton-Humus-Tapeten, carbonathaltig;	III

Kurzinterpretation: I = neuzzeitliches Kolluvium, II = Bt-Rest der holozänen Parabraunerde mit liegendem Wurm-Löß, III = fossiler Bv-Horizont im Wurm-Löß (Mittelwurm-Boden).

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	10-30	1,2	1,8	3,4	2,9	8,1	39,6	25,3	8,1	73,0	18,9	Ut4	6,4	0,0	1,0	1,7	
2	M	35-50	Sp.	1,3	2,1	4,4	7,8	37,6	26,8	9,0	73,5	18,7	Ut4	6,6	0,0	0,6	1,0	
3	M-Sw	55-75	0,0	0,9	1,3	2,6	4,8	37,0	30,1	9,1	76,3	18,9	Ut4	6,7	0,0	0,4	0,7	
4	M-Sd	80-90	0,0	0,7	1,4	1,6	3,7	31,6	27,2	9,7	68,4	27,9	Tu4	6,8	0,0	0,4	0,7	
5	IIbBt'Sd	90-100	0,0	0,2	0,6	1,7	2,5	24,5	25,3	8,7	58,5	39,0	Tu3	6,8	0,0	0,3	0,6	
6		105-120	Sp.	0,6	0,7	1,5	2,8	29,0	25,0	7,6	61,6	35,6	Tu3	7,0	0,0	0,4	0,7	
7	fBt+ICkev	130-145	Sp.	0,7	1,1	2,0	3,8	34,5	27,2	7,9	69,6	26,6	Ut4	7,6	10,0	0,2	0,4	
8	ICkev	150-170	0,0	0,5	0,8	1,5	2,9	39,3	31,7	8,0	79,0	18,1	Ut4	7,7	24,8	0,2	0,3	
9	ICkev	185-205	Sp.	0,7	0,9	1,7	3,3	36,5	31,0	8,1	75,6	21,1	Ut4	7,7	20,2	0,2	0,4	
10	IIIbBv	220-240	Sp.	2,0	1,2	2,6	5,8	26,5	27,5	12,6	66,6	27,6	Tu4	7,7	3,8	0,3	0,6	

Profil-Nr.: 7038-402 (Lichtinger 2)
 Profilart: A
 Neigung: 3°
 Bodentyp: Kolluvisol über gekappter Loß-Parabraunerde

Aufnahmetermin: 05.09.95
 Höhe über NN: 364m
 Exposition: S

Lage: R: 4511660 - H: 5418680
 Reliefotyp: Mittelhang
 Nutzung: Acker (Mais)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
402/1	10-30	Ap	0-40	stark schluffiger Ton, schwach humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, neuzeitliche Ziegel, carbonatfrei;	I
402/2	40-60	M	40-80	stark schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), alte Wurzelgänge, z.T. Toncutane erkennbar (umgelagertes Bt-Material), Holzkohlefitter verstärkt in 50 und 80cm Tiefe auftretend, carbonatfrei;	
402/3	60-80				
402/4	80-100	fBvt	80-100	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5YR 4/3 (braun), nadelstichporig, subpolyedrisch bis polyedrisch, carbonatfrei;	II
402/5	105-130	fBt	100-135	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5YR 4/4 (braun), nadelstichporig, flächenhafte Tontapeten, polyedrisch, carbonatfrei;	
402/6	135-150	fBtv	135-150	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), hydromorph beeinflusst, alte Wurzelgänge erkennbar, an Untergrenze, z.T. unzerstörte, Mollusken eingearbeitet, Matrix carbonatfrei;	
402/7	160-180	fBt+ICkev	150-180	Verzahnungshorizont, stark schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), Loßkindel bis max. 3cm Länge, einzelne Quarzkiese, hydromorph beeinflusst, carbonatreich;	
402/8	190-210	ICkev	180-250+	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, Konzentration an Mollusken und Loßkindeln, sehr carbonatreich;	

Kurzinterpretation: I = neuzeitliches Kolluvium, II = Bt-Rest der holozänen Parabraunerde mit liegendem Würm-Loß.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	10-30	Sp.	2,0	3,4	2,9	8,4	35,0	25,5	7,9	68,4	23,2	Ut4	7,0	0,0	1,1	1,8	
2	M	40-60	Sp.	0,9	1,8	2,9	5,6	30,9	29,4	10,0	70,2	24,1	Ut4	6,9	0,0	0,5	0,8	
3		60-80	0,0	0,8	1,3	1,2	3,4	33,0	28,7	10,9	72,6	24,0	Ut4	6,9	0,0	0,5	0,8	
4	IIbBvt	80-100	0,0	0,4	1,3	3,5	5,1	27,7	25,2	9,8	62,7	32,2	Tu3	6,9	0,0	0,4	0,7	
5	fBt	105-130	0,0	0,0	0,4	1,5	1,9	26,4	24,9	7,5	58,7	39,4	Tu3	7,0	0,0	0,4	0,7	
6	fBtv	135-150	Sp.	1,9	1,4	2,6	5,8	27,9	24,6	8,3	60,8	33,4	Tu3	7,2	0,0	0,3	0,5	
7	ICkev+Btv	160-180	Sp.	1,7	1,6	2,7	5,9	33,5	25,9	7,8	67,2	26,8	Tu4	7,7	10,4	0,2	0,4	
8	ICkev	190-210	0,0	1,0	0,5	0,7	2,2	41,4	31,2	7,1	79,7	18,1	Ut4	7,8	25,4	0,2	0,3	

388 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7038-403 (Lichtinger 3) Aufnahme datum: 06.09.95 Lage: R: 4511660 - H: 5418660
 Profilart: A Höhe über NN: 364m Relief formtyp: Mittelhang
 Neigung: 3° Exposition: S Nutzung: Acker (Mais)
 Bodentyp: Kolluvisol über gekappter L6ß-Parabraunerde

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
403/1	10-30	Ap	0-40	schluffiger Lehm, humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), Mangan-Konkretionen, Toncutane an Wurzelbahnen, stark durchwurzelt, einzelne Lößkinder, aber Matrix carbonatfrei;	I
403/2	45-65	fBt	40-100	schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), Mangankonkretionen, großflächige Toncutane, carbonatfrei;	II
403/3	75-95				
403/4	110-130	ICcv	100-140	stark toniger Schluff, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatreich, Lößkinder bis 3cm Größe, Molluskensplitter, stark schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonathaltig, stärker hydromorph mit Eisen- und Manganausfällungen, fließender Übergang zum liegenden Horizont;	
403/5	150-170	Sw-ICcv	140-180	stark schluffiger Ton, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), carbonathaltig, Molluskensplitter, Lößkinder, Eisen- und Mangankonkretionen, gebleichte Wurzelbahnen;	III
403/6	190-210	fBv*Sd	180-220+		

Kurzinterpretation: I = Ap-Horizont aus neuzeitlichem Kolluvium, II = Bt-Rest der holozänen Parabraunerde mit liegendem Wurm-Löß, III = fossiler B-Horizont im Wurm-Löß (Mittelwurm-Boden).

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	10-30	1,3	1,7	2,9	4,1	8,7	31,7	24,4	8,8	64,9	26,4	Lu	7,3	0,0	1,3	2,2	
2	IIIfBt	45-65	Sp.	0,6	1,0	2,5	4,1	27,2	23,0	8,9	59,1	36,8	Tu3	7,2	0,0	0,5	0,8	
3		75-95	Sp.	1,5	1,3	2,8	5,5	29,7	23,8	7,6	61,1	33,4	Tu3	7,1	0,0	0,3	0,5	
4	ICcv	110-130	Sp.	0,9	0,9	1,8	3,5	35,9	32,4	7,7	76,0	20,5	U4	7,6	23,8	0,2	0,4	
5	Sw-ICcv	150-170	Sp.	1,4	1,8	3,3	6,4	30,8	26,2	8,4	65,4	28,2	Tu4	7,6	8,6	0,2	0,4	
6	IIIIfBv*Sd	190-210	0,0	0,6	1,3	2,5	4,4	28,8	26,6	12,2	67,6	28,1	Tu4	7,6	2,1	0,3	0,5	

9.1.6.3 Tal der Pfatter

Profil-Nr.: 7038-301 (Pfatter 1) Aufnahme datum: 22.08.95 Lage: R: 4512170 - H: 5418570
 Profilart: Hb Höhe über NN: 350m Relief formtyp: Aue
 Neigung: - Exposition: - Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Vega
 Grundwasserstand bei Bohrung: 1,30m

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
301/1	0-20	aAh	0-40	toniger Schluff, humos, 10YR 5/4-5/6 (matt gelblich braun bis gelblich braun), Holzkohlefitter, carbonatfrei;	I
301/2	20-40	aM		lehmig-sandiger Schluff, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	
301/3	40-65	aM	40-85	stark toniger Schluff, schwach humos, einzelne carbonathaltige Skelettbruchstückchen aus dem Weilloher Mergel, 10YR 5/4-5/6 (matt gelblich braun bis gelblich braun), carbonatfrei;	II
301/4	65-85				
301/5	85-130	aGo	85-130	schluffiger Lehm, sehr schwach humos, 10YR 5/6 (gelblich braun) mit Rostflecken, carbonatfrei;	III
301/6	130-155	aGor	130-155	schluffiger Lehm, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun) und 5Y 5/2 (gräulich oliv), carbonatfrei;	
301/7	155-190	a?Gr	155-220	stark schluffiger Ton, sehr schwach humos, 7,5Y 5/2 (gräulich oliv), carbonatfrei;	IV
301/8	190-220				
301/9	220-270+	Gr	220-270+	stark schluffiger Lehm, schwach humos, 2,5GY 4/1 (dunkeloliv grau), in 260 cm Tiefe Holz, carbonathaltig;	V

Kurzinterpretation: I - III = granulometrisch differenzierbare Auenlehme, IV = Auenlehme/entcarbonatisierter Wurm-Löß, nicht eindeutig abgrenzbar, V= Übergang zum Wurm-Löß (Schwemmlöß?), verlehmt.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	aAh	0-20	0,0	1,3	5,3	15,3	21,9	32,7	22,9	9,4	65,0	13,2	U4	7,1	0,0	1,5	2,6	
2	aM	20-40	0,0	0,9	5,4	15,3	21,5	28,3	23,1	11,8	63,1	15,4	U4	7,2	0,0	1,4	2,4	
3	IIaM	40-65	Sp.	0,2	2,7	12,4	15,3	33,6	22,8	9,7	66,0	18,6	U4	7,4	0,0	0,9	1,5	
4		65-85	0,0	0,1	2,6	8,2	11,0	31,8	27,6	10,6	70,0	19,0	U4	7,3	0,0	0,6	1,0	
5	IIIaGo	85-130	0,0	0,4	8,2	14,2	22,8	30,8	21,1	7,0	58,9	18,3	Lu	7,5	0,0	0,4	0,7	
6	aGor	130-155	0,0	0,4	9,2	14,5	24,2	32,4	18,6	5,9	56,9	18,9	Lu	7,5	0,0	0,3	0,5	
7	IVa?Gr	155-190	0,0	0,1	0,8	4,1	4,9	29,3	27,0	9,9	66,1	29,0	Tu4	7,2	0,0	0,4	0,7	
8		190-220	0,0	0,1	0,5	2,0	2,5	26,5	32,7	9,6	68,8	28,7	Tu4	7,4	0,0	0,4	0,7	
9	VGr	220-270	0,0	0,1	0,4	2,7	3,1	30,0	31,0	11,9	72,9	24,0	Tu4	7,0	3,3	1,1	1,9	

Profil-Nr.: 7038-302 (Pfatter 2)
 Profilart: Hb
 Neigung: -
 Bodentyp: Vega
 Grundwasserstand bei Bohrung: 1,30m

Aufnahmedatum: 22.08.95
 Höhe über NN: 350m
 Exposition: -

Lage: R: 4512160 - H: 5418590
 Reliefortyp: Aue
 Nutzung: Grünland

Horizont	Horizont- tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
aAh	0-25	lehmig-sandiger Schluff, sehr schwach kiesig mit einzelnen kleinen (<1cm Kantenlänge) Kiesen, Ziegel, humos, 10YR 4/4-4/6 (braun), nestartige Humusanreicherungen, Matrix carbonatfrei, Holzkohlefitter;	I
aM	25-45	schluffiger Lehm, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatfrei, einzelne carbonathaltige Skelettbruchstücke;	
aM	45-85	toniger Schluff, schwach humos, 7,5YR-10YR 4/6 (braun), Holzkohlefitter, carbonatfrei;	II
aGo	85-105	schluffiger Lehm, schwach humos, 7,5YR -10YR 5/6 (leuchtend bis gelblich braun) und eindeutige hydromorphe Merkmale in Form von Eisen- und Mangan-Flecken, Matrix carbonatfrei, aber Molluskensplitter;	III
aGor	105-135	schluffiger Lehm, schwach humos, marmoriert, 10YR 5/6 (gelblich braun) + 5Y 5/2 (grünlich oliv), carbonatfrei;	
a?Gr	135-170	schluffiger Ton, schwach humos, 7,5Y 4/1 (grau), schweflig, sehr viele Mollusken, teilweise erhalten, Holzkohlefitter, pflanzliche Makroreste;	IV
Gr	170-510	schluffiger Ton, teilweise humoser, Farben von 7,5Y 5/1 (grau) über 7,5Y 4/1 (grau) bis zu 7,5Y 3/1 (oliv schwarz), oft mit Holzstücken, Holzkohlefitter, pflanzlichen Makroresten, Mollusken, Matrix überwiegend carbonathaltig, Horizont feiner stratifizierbar, in der Bohrung keine eindeutigen Abgrenzungen möglich;	V
fAh*Gr	510-520	Fazieswechsel, schluffiger Lehm, humos, 5Y 3/1 (oliv schwarz), einzelne Kiese, Matrix carbonathaltig, pflanzliche Makroreste, mit vielen Molluskensplittern;	VI
Cv	520-630+	Fazieswechsel, sandiger Lehm, sehr schwach humos, carbonathaltiges Skelett führend, Matrix carbonatreich;	VII

Kurzinterpretation: Kurzinterpretation: I - III = granulometrisch differenzierbare Auenlehne, IV = Auenlehne/entcarbonatisierter Würm-Löß, nicht eindeutig abgrenzbar
 V = Würm-Löß, in sich weiter gliederbar, VI = fossile, humose Oberfläche, VII = Quartärbasis, Übergang zum anstehenden Weilloher Mergel.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

9.1.7 Essenbach-Ammerbreite

9.1.7.1 Bodenbildung in urnenfelderzeitlichen Grubenfüllungen

Profil-Nr.: 7339-101 (Essenbach 1) Aufnahmetermin: 02.09.94 Lage: R: 4516470 - H: 5386310
 Profilart: A Höhe über NN: 391m Reliefformtyp: Ebene
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: ehemals Acker
 Bodentyp: anthropogene Grubenfüllung

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
j(Ah)	0-20	toniger Schluff, in sich stark differenziert, humos, dunkelbraun, gefleckt mit einigen Löß-Partien und Bt-Teilen, insgesamt carbonatreich;	I
j(Ah+Cv)	20-30	Mischung aus Löß, Ah- und Bt-Material, höherer Lößanteil, feinsandig ausgeprägt, sehr schwach humos, carbonatreich;	
ICkcv	30-200+	stark toniger Schluff, kleinere (< 5cm) Lößkündel, einzelne Mollusken, sehr schwach humos, gelblich braun, carbonatreich, keine Verbraunungszone erkennbar,	II

Kurzinterpretation: I = urnenfelderzeitliche Grubenfüllung, II = Würmlöß.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7339-102 (Essenbach 2) Aufnahmetermin: 02.09.94 Lage: R: 4516470 - H: 5386310
 Profilart: A Höhe über NN: 391m Reliefformtyp: Ebene
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: ehemals Acker
 Bodentyp: anthropogene Grubenfüllung ca. 50cm abgeschoben

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
102/1	5-15	j(Ah)	0-25	stark toniger Schluff, kaum Skelett, Holzkohle und Hüttenlehm, schwach humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), lockere, carbonatreich;	I
102/2 n.b.	15-25	j(Cv)	25-30	stark lößbeeinflusstes inhomogenes Bändchen;	
102/3	30-35	j(Ah)	30-35	sandig-lehmiger Schluff, kaum Skelett, sehr schwach humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), sehr carbonatreich;	
n.b.		j(Cv)	35-40	stark lößbeeinflusstes Bändchen;	
n.b.		j(Bv+Cv)	40-50	inhomogen, Wechsel von dunklerem, verbräuntem Material mit reinem Lößmaterial, teilweise auch Bt-Stücke regellos verteilt;	
102/4	55-65	j(Cv)	50-75	toniger Schluff, kaum (wenn, dann in Form von kleinen Lößkündeln) Skelett, sehr schwach humos, 2,5Y 6/4 (matt gelblich), sehr carbonatreich;	Probe 102/4 und 102/5 kommen nebeneinander im Profil vor;
102/5	50-60	j(Bt)	50-75	schluffiger Ton, kaum Skelett, sehr schwach humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), carbonatarm;	
102/6	85-95	j(Ah)	75-100	stark schluffiger Ton, kaum Skelett, schwach humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), carbonathaltig;	
n.b.		ICkcv	100-200+	stark toniger Schluff, kleinere (< 5cm) Lößkündel, sehr schwach humos, gelblich braun, carbonatreich	II

Kurzinterpretation: I = urnenfelderzeitliche Grubenfüllung (sehr heterogen), II = Würmlöß

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	j(Ah)	5-15	Sp.	0,1	0,5	3,7	4,3	41,0	22,1	8,7	71,9	23,8	Urt4	7,1	17,6	0,6	1,0	
2		15-25	0,0	0,0	0,5	3,5	4,0	41,9	23,3	7,7	72,9	23,1	Urt4	7,2	20,5	0,5	0,9	
3	j(Ah)	30-35	Sp.	0,1	0,4	28,1	28,5	31,2	17,6	6,7	55,5	16,0	Uls	7,2	25,5	0,4	0,6	
4	j(Cv)	55-65	Sp.	0,1	0,4	4,0	4,5	52,6	19,4	7,6	79,6	15,9	Urt3	7,3	43,4	0,2	0,3	
5	j(Bt)	50-60	Sp.	0,1	0,5	2,9	3,5	34,1	21,2	7,6	62,9	33,6	Tu3	7,0	1,5	0,4	0,7	
6	j(Ah)	85-95	Sp.	0,4	0,5	3,2	4,1	39,6	22,2	8,0	69,8	26,1	Tu4	7,1	8,8	0,6	1,1	

Profil-Nr.: 7339-103 (Essenbach 3) Aufnahmetermin: 02.09.94 Lage: R: 4516470 - H: 5386310
 Profilart: A Höhe über NN: 391m Reliefformtyp: Ebene
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: ehemals Acker
 Bodentyp: anthropogene Grubenfüllung

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
j(Ah)	0-20	toniger Schluff, in sich stark differenziert, humos, dunkelbraun, gefleckt mit einigen Löß-Partien und Bt-Teilen, insgesamt carbonatreich, viele Holzkohlen und Hüttenlehm, Keramik, in 20cm Tiefe bänderartige Anreicherung von Holzkohlen und Hüttenlehm;	I
j(Ah)	20-50	wie der obige Horizont, nur durch das Holzkohlebändchen getrennt;	
j(Bv+Cv)	50-70	vorherrschend Lößmaterial in Vermischung mit verbräunten Abschnitten, carbonatreich;	
j(Ah+Bt)	70-100	Vermengung von Ah- und Bt-Material, teilweise carbonatarm;	
ICkcv	100+	stark toniger Schluff, kleinere (< 5cm) Lößkündel, einzelne Mollusken, sehr schwach humos, gelblich braun, carbonatreich, keine Verbraunungszone erkennbar,	II

Kurzinterpretation: I = urnenfelderzeitliche Grubenfüllung, II = Würmlöß.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7339-104 (Essenbach 4) **Aufnahmedatum:** 02.09.94 **Lage:** R: 4516470 - H: 5386310
Profilart: A **Hohe über NN:** 391m **Reliefformtyp:** Ebene
Neigung: -- **Exposition:** -- **Nutzung:** ehemals Acker
Bodentyp: anthropogene Grubenfüllung

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
j(Ah)	0-30	toniger Schluff, in sich stark differenziert, humos, dunkelbraun, gefleckt mit einigen Löß-Partien und Bt-Teilen, insgesamt carbonatreich, viele Holzkohlen und Hüttenlehm, Keramik, in 20cm Tiefe bänderartige Anreicherung von Holzkohlen und Hüttenlehm;	I
j(Ah+Cv) ICkcv	30-45 45-200+	gefleckter Horizont mit hohem Lößanteil, carbonatreich; stark toniger Schluff, kleinere (< 5cm) Lößkündel, einzelne Mollusken, sehr schwach humos, gelblich braun, carbonatreich, keine Verbraunungszone erkennbar;	II

Kurzinterpretation: I = unenfelderzeitliche Grubenfüllung, II = Wümlöß.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

9.1.7.2 Kolluvien und Böden an der Hochterrassenkante

Profil-Nr.: 7339-105 (Essenbach 5) **Aufnahmedatum:** 22.09.94 **Lage:** R: 4516530 - H: 5386270
Profilart: A **Hohe über NN:** 390m **Reliefformtyp:** Ebene
Neigung: 3° **Exposition:** SE **Nutzung:** ehemals Acker
Bodentyp: Kolluvisol
 ca. 30cm abgeschoben

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
105/1	5-15	M	0-40	stark toniger Schluff, einzelne Kiese, einzelne Ziegelbruchstückchen, schwach humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), Hüttenlehm, Mollusken, carbonatreich;	I
105/2	20-30				
105/3	40-55	M	40-80	stark schluffiger Ton, Artefakte, schwach humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), carbonatarm;	II
105/4	60-75				
105/5	80-95	M?-fAh-Bt	80-110	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz), carbonatarm bis carbonatfrei;	III
105/6	100-110				
105/7	115-125	fBt	110-130	schluffiger Ton, skelettfrei, sehr schwach humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), heterogen, carbonatfrei, dicht;	IV?
105/8	130-140	ICcv	130-140+	stark toniger Schluff, skelettfrei, sehr schwach humos, reich an Molluskensplittern, 2,5Y 6/4 (?), sehr carbonatreich;	

Kurzinterpretation: I = rezentes Kolluvium II = römisches (?) Kolluvium, III = Schwarzerde-Parabraunerde (möglicherweise lokal umgelagert), IV? = Bt-Horizont mit Wümlöß.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	flU	U	T						
1	M	5-15	Sp.	0,3	0,7	4,2	5,2	45,3	21,4	6,8	73,6	21,2	Ut4	7,1	20,0	0,6	1,1	
2		20-30	Sp.	0,4	0,9	4,1	5,5	43,6	21,7	7,1	72,4	22,2	Ut4	7,1	17,7	0,7	1,1	
3	IIM	40-55	Sp.	0,3	0,7	4,1	5,1	38,8	21,6	8,1	68,5	26,4	Tu4	7,1	1,3	0,8	1,4	
4		60-75	Sp.	0,1	0,6	3,8	4,6	36,5	20,9	8,3	65,7	29,7	Tu4	7,0	2,1	0,8	1,4	
5	IIIM?-fAh-Bt	80-95	0,0	0,0	0,7	3,7	4,5	34,9	20,6	8,1	63,5	32,0	Tu3	6,9	Sp.	0,8	1,5	
6		100-110	0,0	0,0	0,6	2,9	3,5	34,2	21,3	7,9	63,4	33,1	Tu3	6,9	0,0	1,0	1,7	
7	IV?fBt	115-125	0,0	0,1	0,5	0,3	0,9	35,2	21,8	8,1	65,1	33,9	Tu3	7,0	0,0	0,4	0,7	
8	ICcv	130-140	0,0	0,3	1,1	3,9	5,2	43,5	25,0	7,7	76,2	18,6	Ut4	7,6	33,8	n.b.	n.b.	

392 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7339-106 (Essenbach 6)
 Profilart: A
 Neigung: 3°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 22.09.94
 Höhe über NN: 390m
 Exposition: SE

Lage: R: 4516530 - H: 5386275
 Reliefotyp: Ebene
 Nutzung: ehemals Acker

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
M	0-30	stark toniger Schluff, einzelne Kiese, einzelne Ziegelbruchstückchen, schwach humos, dunkelbraun, Hüttenlehm, Mollusken, carbonatreich;	I
M	30-60	stark schluffiger Ton, Artefakte, schwach humos, bräunlich schwarz, carbonatarm;	II
M?-fAh-Bt	60-90	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, bräunlich schwarz, carbonatarm bis carbonatfrei;	III
fBt-lCev	90-110	schluffiger Ton bis stark toniger Schluff, Übergangshorizont, zapfenartig in den Löß eingreifender Bt-Horizont, teilweise bereits carbonathaltig;	IV?
lCev	110-150+	stark toniger Schluff, skelettfrei, sehr schwach humos, reich an Molluskensplittern, gelblich braun, sehr carbonatreich;	

Kurzinterpretation: I = rezentes Kolluvium II = römisches (?) Kolluvium, III = Schwarzerde-Parabraunerde (möglicherweise lokal umgelagert), IV? = Bt-Horizont mit Würmlöß.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7339-107 (Essenbach 7)
 Profilart: A
 Neigung: 3°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 22.09.94
 Höhe über NN: 390m
 Exposition: SE

Lage: R: 4516530 - H: 5386280
 Reliefotyp: Ebene
 Nutzung: ehemals Acker

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
M	0-20	stark toniger Schluff, einzelne Kiese, einzelne Ziegelbruchstückchen, schwach humos, dunkelbraun, Hüttenlehm, Mollusken, carbonatreich;	I
M	20-50	stark schluffiger Ton, Artefakte, schwach humos, bräunlich schwarz, carbonatarm;	II
M?-fAh-Bt	50-75	schluffiger Ton, skelettfrei, schwach humos, bräunlich schwarz, carbonatarm bis carbonatfrei;	III
fBt-lCev	75-90	Übergangshorizont, zapfenartig in den Löß greifender Bt-Horizont, bereits mit Mollusken;	IV?
lCev	90-20+	stark toniger Schluff, skelettfrei, sehr schwach humos, reich an Molluskensplittern, gelblich braun, sehr carbonatreich;	

Kurzinterpretation: I = rezentes Kolluvium II = römisches (?) Kolluvium, III = Schwarzerde-Parabraunerde (möglicherweise lokal umgelagert), IV? = Bt-Horizont mit Würmlöß.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

9.1.8 Burgweinting-Ostⁱⁱ

Profil-Nr.: 7038-106 (Burgweinting-Ost 1) Aufnahmedatum: 06.09.94 Lage: R: 4510950 - H: 5428280
 Profilart: A Höhe über NN: 337m Reliefmorph: Ebene
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: ehemals Acker
 Bodentyp: Acker-Parabraunerde (schwach erodiert)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
106/1	5-15	Bt	0-30	schwach toniger Lehm bis sandig-toniger Lehm, vereinzelt kleinere Kiese, sehr schwach humos, 10 YR 4/4 (braun) bis 7,5 YR 4/6 (braun), schwach pseudovergleyt, Nadelstichporen, carbonatfrei, im unteren Teil schwach carbonathaltig.	I
106/2	20-30	Bt-ICv	30-40	stark lehmiger Sand, an Taschen Bt-Material in ICv-Horizont eingreifend, vereinzelt Kiese, sehr schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatreich;	
106/3	30-40				
106/4	40-50	ICv	40-60	lehmiger bis schluffiger Sand, kleinere Kalkkonkretionen, sehr schwach humos, keine Mollusken, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatreich bis sehr carbonatreich;	
106/5	50-55	Cv	60-70+	schwach toniger Lehm, kiesig, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei;	II
106/6	60-70				

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Bt	5-15	Sp.	0,9	7,5	24,2	32,7	19,4	10,6	5,1	35,1	32,2	Lt2	7,0	0,0	0,2	0,3	
2		20-30	Sp.	0,3	7,8	32,5	40,7	17,3	6,7	2,9	27,0	32,3	Lts	7,1	3,2	0,2	0,3	
3	Bt-ICv	30-40	Sp.	0,1	8,2	41,9	50,2	27,1	4,3	2,5	33,9	15,8	Sl4	7,5	17,4	0,2	0,3	
4	ICv	40-50	Sp.	0,0	7,2	49,4	56,6	25,5	6,3	2,8	34,7	8,7	Sl3	7,6	25,0	0,1	0,1	
5		50-55	Sp.	0,1	11,1	50,1	61,4	22,8	6,1	2,6	31,5	7,2	Su3	7,7	30,1	0,1	0,1	
6	IICv	60-70	Sp.	37,4	58,4	28,3	3,8	90,5	1,3	0,9	0,3	2,5	St2	7,1	0,0	0,0	0,0	

Kurzinterpretation: I = holozäne Parabraunerde aus Sandloß, II = Hochterrassenschotter.

Profil-Nr.: 7038-107 (Burgweinting-Ost 2) Aufnahmedatum: 06.09.94 Lage: R: 4510950 - H: 5428280
 Profilart: A Höhe über NN: 337m Reliefmorph: Ebene
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: ehemals Acker
 Bodentyp: Acker-Parabraunerde (schwach erodiert)

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Bt	0-40	schwach toniger Lehm bis sandig-toniger Lehm, vereinzelt kleinere Kiese, sehr schwach humos, braun, wenige Spuren von Holzkohle, schwach pseudovergleyt, Nadelstichporen, carbonatfrei;	I
ICv	40-60	lehmiger bis schluffiger Sand, kleinere Kalkkonkretionen, sehr schwach humos, keine Mollusken, gelblich braun, carbonatreich bis sehr carbonatreich;	
Cv	60-70+	schwach toniger Lehm, kiesig, braun, carbonatfrei;	II

Kurzinterpretation: I = holozäne Parabraunerde aus Sandloß, II = Hochterrassenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7038-108 (Burgweinting-Ost 3) Aufnahmedatum: 06.09.94 Lage: R: 4510950 - H: 5428280
 Profilart: A Höhe über NN: 337m Reliefmorph: Ebene
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: ehemals Acker
 Bodentyp: Acker-Parabraunerde (schwach erodiert)

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Bt	0-40	toniger Lehm, vereinzelt kleinere Kiese, sehr schwach humos, braun, leicht pseudovergleyt in Form von Manganflecken, Nadelstichporen, carbonatfrei;	I
Bt-ICv	40-50	sandiger Lehm, skelettfrei, braun, carbonathaltig;	
ICv	50-60	lehmiger bis schluffiger Sand, kleinere Kalkkonkretionen, sehr schwach humos, keine Mollusken, gelblich braun, carbonatreich bis sehr carbonatreich;	
Cv	60-70+	schwach toniger Lehm, kiesig, braun, carbonatfrei;	II

Kurzinterpretation: I = holozäne Parabraunerde aus Sandloß, II = Hochterrassenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

ⁱⁱ Die obersten 0,5m des Bodens (Ap-Horizont) sind an diesem Standort abgeschoben.

394 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7038-109 (Burgweinting-Ost 4) Aufnahmedatum: 06.09.94 Lage: R: 4510950 - H: 5428285
 Profilart: A Höhe über NN: 337m Reliefformtyp: Ebene
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: ehemals Acker
 Bodentyp: Acker-Parabraunerde (schwach erodiert)

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Bt	0-40	toniger Lehm, vereinzelt kleinere Kiese, sehr schwach humos, braun, leicht pseudovergleyt in Form von Manganflecken, nach unten hin inhomogener werdend, Nadelstichporen, carbonatfrei;	I
Btv	40-55	sandiger Lehm, skelettfrei, braun, carbonatfrei;	II
Cv	55+	schwach toniger Lehm, kiesig, braun, carbonatfrei;	

Kurzinterpretation: I = holozäne Parabraunerde aus Sandloß, II = Hochterrassenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7038-110 (Burgweinting-Ost 5) Aufnahmedatum: 06.09.94 Lage: R: 4510950 - H: 5428285
 Profilart: A Höhe über NN: 337m Reliefformtyp: Ebene
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: ehemals Acker
 Bodentyp: Acker-Parabraunerde (schwach erodiert)

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
jC	0-20	vorgeschichtliche Grubenfüllung	I
fBt	20-40	toniger Lehm, vereinzelt kleinere Kiese, sehr schwach humos, braun, leicht pseudovergleyt in Form von Manganflecken, nach unten hin inhomogener werdend, Nadelstichporen, carbonatfrei;	II
fBtv	40-60	sandiger Lehm, skelettfrei, braun, carbonatfrei;	III
Cv	60+	schwach toniger Lehm, kiesig, braun, carbonatfrei;	

Kurzinterpretation: I = frühbronzezeitliche Grubenfüllung, II = holozäne Parabraunerde aus Sandloß, III = Hochterrassenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7038-112 (Burgweinting-Ost 7) Aufnahmedatum: 08.09.94 Lage: R: 4510950 - H: 5428290
 Profilart: A Höhe über NN: 337m Reliefformtyp: Ebene
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: ehemals Acker
 Bodentyp: Kolluvisol über Acker-Parabraunerde (schwach erodiert)

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
M	0-20	sandiger Lehm, inhomogen, an Untergrenze Holzkohleflitter konzentriert, dunkle Humusflecken, hellbraun, leicht pseudovergleyt, carbonatfrei;	I
fBt	20-40	toniger Lehm, vereinzelt kleinere Kiese, sehr schwach humos, braun, pseudovergleyt in Form von Manganflecken, nach unten hin inhomogener werdend, Nadelstichporen, carbonatfrei, einzelne Holzkohleflitter;	II
fBtv	40-60	sandiger Lehm, skelettfrei, braun, carbonatfrei, noch Spuren von Holzkohle;	III
fBv-Cv	60+	schwach toniger Lehm, Bänderung in Farbe und Substrat, kiesig, carbonatfrei, dabei -70cm feinsandig, hell mit relativ wenigen Schottem, dann -72cm Steinsohle aus Schottematerial, -75cm hellere und gröbere Sande, ab 75-80+cm, erneut grobsandiger mit tonigeren Partien,	

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = holozäne Parabraunerde aus Sandloß, III = Hochterrassenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7038-113 (Burgweinting-Ost 8) Aufnahmedatum: 08.09.94 Lage: R: 4510950 - H: 5428295
 Profilart: A Höhe über NN: 337m Reliefformtyp: Ebene
 Neigung: -- Exposition: -- Nutzung: ehemals Acker
 Bodentyp: Kolluvisol über Acker-Parabraunerde (schwach erodiert)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
113/1	5-10	M	0-10	schwach sandiger Lehm, sehr schwach kiesig, aber teilweise größere Quarzkiese, sehr schwach humos, Holzkohle, porenreich, subpolyedrisch, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	I
113/2	15-25	fBt*Sd	10-40	toniger bis sandig-toniger Lehm, mit wenigen, vereinzelt Kiesen, inhomogen, vereinzelt an Obergrenze Holzkohleflitter, sehr schwach humos, 10YR 4/4 (braun), schwach pseudovergleyt, carbonatfrei;	II
113/3	30-40	fBtv-ICcv	40-65	sandiger Lehm bis stark lehmiger Sand, skelettfrei, 10YR 5/4 (matt gelblich braun) bis 10YR 4/4 (braun)	
113/4	45-55				
113/5 n.b.	55-65	ICv	65-70	Sandloß, der in den Terrassenschotter eingreift;	III

Kurzinterpretation: I = Kolluvium (vorgeschichtlich), II = holozäne Parabraunerde aus Sandloß, III = Hochterrassenschotter.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	M	5-10	2,2	2,2	12,9	22,8	38,0	22,0	12,7	6,1	40,8	21,3	Ls2	7,2	0,0	0,2	0,3	
2	HfBt*Sd	15-25	1,5	1,4	11,0	23,3	35,7	18,6	10,1	4,4	33,1	31,2	Lt2	7,2	0,0	0,2	0,3	
3		30-40	0,0	0,5	10,2	32,0	42,7	17,2	6,5	3,4	27,1	30,2	Lts	7,2	0,0	0,3	0,6	
4	fBtv-lCv	45-55	0,0	0,3	7,7	38,2	46,2	23,0	7,4	3,1	33,5	20,4	Ls3	7,5	12,9	0,2	0,3	
5		55-65	0,0	0,2	9,3	42,8	52,3	22,4	7,6	2,7	32,7	15,0	Sl4	7,5	15,8	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7038-114 (Burgweinting-Ost 9) **Aufnahmedatum: 13.09.94** **Lage: R: 4510950 - H: 5428300**
Profilart: A **Höhe über NN: 337m** **Reliefformtyp: Ebene**
Neigung: -- **Exposition: --** **Nutzung: ehemals Acker**
Bodentyp: Kolluvisol
Profil carbonatfrei;

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
M	0-15	sandiger Lehm, inhomogen, an Untergrenze Holzkohlefitter, dunkle Humusflecken, hellbraun, nicht pseudovergleyt, schwache Lessivierungsanzeichen;	I
Cv	15-20	kiesiges Zwischensediment, in das Feinmaterial des hangenden Horizontes eingelagert ist;	II
Cv	20-25	sandig-kiesiges Bändchen;	III
fBt-Cv	25-30	braunes Sandband, weniger Kiese, teilweise Toneinspülung;	IV
Cv	30-35	kiesig-grobsandige Lage;	V
fBtv	35-45	toniger Sand, mit Lessivierungsanzeichen, orange-rötlich-braun;	VI
Cn	45-50	Kieslage;	VII
fBv	50-60	toniger Sand, mit sehr geringen Lessivierungsanzeichen, orange-rötlich-braun;	VIII
Cn	60-65	Kieslage;	IX
Cv	65-70+	kiesig-grobsandige Lage;	X

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II - X = Schotterkörper der Hochterrasse aus geschichteten Sanden und Kiesen, teilweise von Lessivierung überprägt.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7038-115 (Burgweinting-Ost 10) **Aufnahmedatum: 13.09.94** **Lage: R: 4510950 - H: 5428305**
Profilart: A **Höhe über NN: 337m** **Reliefformtyp: Ebene**
Neigung: -- **Exposition: --** **Nutzung: ehemals Acker**
Bodentyp: Kolluvisol
Profil carbonatfrei;

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
M	0-30	schluffiger bis lehmiger Sand, kiesig, schwach humos, braun, z.T. tonigere Partien eingeschaltet;	I
fB(b)t	30-50	toniger Lehm, kiesig, sehr schwach humos, rötlich braun, Tonanreicherung, teilweise nestartig ausgeprägt, Abwechslung dunkel-toniger Bereiche mit hell-feinsandigen Abschnitten;	II
fB(b)-Cv	50-65	hellere, fast skelettfreie Abschnitte;	III
Cv	65-75+	sandiger Ton, kiesig, mit Toneinspülungen, teilweise fast schwarze Kiese (Manganüberzüge);	IV

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II, III = bänderartig ausgeprägte Parabraunerde, IV = Hochterrasenschotter.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

396 9 Dokumentation

9.1.9 Frauenberg

9.1.9.1 Äußerster Abschnittswall (Wall 4)

Profil-Nr.: 7137-101 (Frauenberg 1)
 Profilart: A
 Neigung: 2°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 08.11.94
 Höhe über NN: 415m
 Exposition: SE

Lage: R: 4487870 - H: 5417280
 Reliefomtyp: Mittelhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
101/1	0-15	fAp	0-15	schwach sandiger Lehm, humos, alter Ap-Horizont, stark durchwurzelt, Holzkohlesrückchen, von jungem Kulturschutt überlagert, 10YR 3/3 (dunkelbraun), relativ dicht, mit kleineren Skelettanteilen, carbonatfrei;	I
101/2	15-30	M1	15-30	schwach sandiger Lehm, einzelne Skelettbruchstücke, sehr schwach humos, 10YR 6/4 (matt gelblich orange) (schluffiges Material), 10YR 5/4 (matt gelblich braun) (toniges Material), Material insgesamt inhomogen, Feinwurzeln, leichte Rostfleckung, Hüttenlehm, abgestorbene Wurzelbahnen, carbonatfrei;	
101/3	35-50	M2	30-55	schwach toniger Lehm, sehr schwach humos, weiterhin sehr heterogen, redoximorphe Merkmale, dunkle Stellen: 10YR 3/4 (dunkelbraun), hellere Stellen: 10YR 5/6 (gelblich braun), alte Wurzelbahnen, an denen Ton infiltriert ist, Skelettbruchstücke, carbonatfrei;	
101/4	55-70	M1	55-70	sandiger Lehm, sehr schwach humos, rostfleckig mit 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun) als Grundfarbe, heterogen, Wurzelbahnen, gebleichte Bahnen mit hellerem schluffigen Material, ebenso Holzkohleflitter, carbonatfrei;	II
101/5	70-85	M2	70-85	schwach toniger Lehm, sehr schwach humos, 10YR 4/4 (braun), inhomogen, einzelne Kiese, subpolyedrisch, carbonatfrei;	
101/6	85-100	fBt	85-115	(schwach) toniger Lehm, Skelettanteile in Form von Quarzkiesen und carbonathaltigen Bruchstücken, sehr schwach humos, carbonatfrei, inhomogen, Toninfiltration, polyedrisch;	III
101/7 n.b.	100-115	C	115-120+		IV

Kurzinterpretation: I, II = Kolluvien, in sich pedogenetisch differenziert, III = Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde, IV = periglazial verlagerte Malmkalke.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	fAp	0-15	2,6	1,0	12,9	23,4	37,2	20,3	16,5	8,4	45,3	17,5	LS2	6,9	0,0	1,8	3,1	
2	M1	15-30	2,1	1,4	11,5	22,4	35,3	18,8	17,2	9,5	45,4	19,3	LS2	6,6	0,0	0,5	0,9	
3	M2	35-50	Sp.	0,8	8,7	20,8	30,3	16,3	14,8	7,8	39,0	30,7	LR2	6,5	0,0	0,3	0,5	
4	HM1	55-70	Sp.	0,5	11,1	26,7	38,4	16,5	15,4	5,9	37,7	23,9	LS3	6,4	0,0	0,2	0,3	
5	M2	70-85	Sp.	0,3	8,3	21,6	30,1	15,7	14,2	5,8	35,6	34,3	LR2	6,3	0,0	0,1	0,2	
6	III fBt	85-100	Sp.	0,2	5,2	15,6	20,9	19,1	16,7	6,9	42,7	36,3	LR3	6,3	0,0	0,2	0,3	
7		100-115	3,4	0,9	3,6	11,0	15,5	23,4	21,2	5,0	49,6	35,0	LR2/LR3	6,4	0,0	0,2	0,3	

Profil-Nr.: 7137-102 (Frauenberg 2)

Profilart: A
 Neigung: 2°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 08.11.94
 Höhe über NN: 415m
 Exposition: SE

Lage: R: 4487870 - H: 5417280
 Reliefomtyp: Mittelhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
102/1	0-10	fAp	0-10	schwach toniger Lehm, schwach humos, alter Ackerhorizont, relativ dicht, kleinere Skelette, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	I
102/2	10-25	M	10-30	schwach toniger Lehm, sehr schwach humos, heterogener Horizont, dicht, von Wurzelgängen durchzogen, die mit tonigem Material gefüllt sind, teilweise nestartige Tonreicherungen, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatfrei;	
102/3	30-45	M	30-50	schwach sandiger Lehm, in der Skelettfraction kalkhaltige Skelette, sehr schwach humos, fahl, aufgehellt, Holzkohleflitter, 10YR 4/6 (braun) bis 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), skelettarm, leicht durchwurzelt, carbonatfrei; in sich farblich differenziert, vom Liegenden durch Holzkohlelage getrennt;	II
102/4	55-70	M	50-100	schwach sandiger Lehm, in der Skelettfraction kalkhaltige Skelette, sehr schwach humos, fahl, aufgehellt, Holzkohleflitter, 10YR 4/6 (braun) bis 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), skelettarm, leicht durchwurzelt, carbonatfrei; in sich farblich differenziert, vom Liegenden durch Lage mit carbonathaltigen Skeletten getrennt;	III
102/5 102/6 102/7	70-90 90-100 100-120	M2-fBt	100-120	schwach toniger Lehm, sehr schwach humos, mit Holzkohleflitter, dicht, subpolyedrisch, helle Minerale auf den Oberflächen, einzelne Kiese, carbonatfrei;	IV
102/8	120-140	fBt	120-140	schwach toniger Lehm, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	V
n.b.		C	140+		VI

Kurzinterpretation: I - III = Kolluvien, pedogenetisch schwach überprägt, IV = lokal umgelagertes Bt-Material, V = Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde, VI = periglazial umgelagerte Malmkalke.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T						
1	fAp	0-10	1,7	0,9	11,6	24,0	36,6	13,8	17,0	7,4	38,2	25,2	Lt2	6,7	0,0	0,9	1,5	
2	M	10-25	Sp.	0,2	6,9	17,8	24,8	20,8	16,9	6,9	44,6	30,6	Lt2	6,8	0,0	0,2	0,3	
3	IIIM	30-45	Sp.	0,9	11,4	24,2	36,4	20,4	15,6	6,2	42,1	21,5	Ls2	6,9	0,0	0,2	0,3	
4	IIIM	55-70	Sp.	1,3	11,6	25,6	38,5	18,8	16,2	6,6	41,7	19,8	Ls2	6,9	0,0	0,1	0,2	
5		70-90	Sp.	1,0	11,2	25,1	37,3	21,3	15,9	6,4	43,5	19,2	Ls2	6,9	0,0	0,1	0,2	
6		90-100	Sp.	1,1	13,3	26,3	40,7	20,7	14,9	6,0	41,6	17,7	Ls2	6,8	0,0	0,1	0,2	
7	IVM?-fBt	100-120	Sp.	0,1	9,2	19,4	28,7	18,6	12,7	6,2	37,5	33,7	Lt2	6,7	0,0	0,1	0,2	
8	VBt	120-140	1,4	0,3	5,4	15,6	21,3	22,5	18,8	6,5	47,8	31,0	Lt2	6,9	0,0	0,2	0,3	

Profil-Nr.: 7137-103 (Frauenberg 3)

Profilart: A

Neigung: 2°

Bodentyp: Regosol aus anthropogener Aufschüttung (überlagert von 40cm mächtigem jüngsten Kulturschutt);

Aufnahmedatum: 09.11.94

Höhe über NN: 415m

Exposition: SE

Lage: R: 4487870 - H: 5417275

Reliefformtyp: Mittelhang

Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
103/1	0-15	fAp	0-15	sandiger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun), sehr heterogen, carbonatfrei;	I
103/2	15-30	iiC	15-30	sandiger Lehm, schwach skeletthaltig (gebrannter Kalk, Kiese), 10YR 4/3 (matt gelblich braun), schwach humos, carbonatfrei, zum Liegenden durch Konzentration von Kulturschutt und Ziegeln getrennt;	II
103/3	30-45	jC	30-50	sandiger Lehm, schwach skeletthaltig, 10YR 4/6 (braun), Mischung aus unterschiedlichem Ausgangsmaterial, an Untergrenze dieses Horizontes Holzkohlen stark konzentriert, Holzkohleschicht, die parallel zur Wallschüttung verläuft, sehr schwach humos, carbonatfrei;	III
103/4	60-75	M	50-100	schwach sandiger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, sehr schwach humos, mit Holzkohleflitter in der Matrix, 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), carbonatfrei;	IV
103/5	80-95	jC	100-150	kompakte Wallschüttung aus Malmkalke;	V
103/6	150-170	M	150-180	stark lehmiger Sand, sehr schwach skeletthaltig, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	VI
103/7	185-205	M?-fBt	180-205	schwach toniger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, sehr schwach humos, Holzkohleflitter in der Matrix, 7,5YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	VII
n.b.		C	205+		VII

Kurzinterpretation: I = Regosol aus anthropogener Aufschüttung, II = Aufschüttungsmaterial, III = Kolluvium, IV = ältere Wallschüttung, V = Kolluvium, VI = lokal umgelagertes Bt-Material, VII = periglazial umgelagerte Malmkalke.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T						
1	fAp	0-15	Sp.	0,9	11,0	24,2	36,1	17,6	15,5	6,7	39,8	24,0	Ls3	6,8	0,0	1,0	1,7	
2	iiC	15-30	3,4	0,9	11,4	24,0	36,3	17,1	15,9	6,5	39,4	24,3	Ls3	7,1	0,0	0,7	1,2	
3	IIjC	30-45	13,3	1,4	12,4	24,2	38,0	18,0	15,7	5,7	39,4	22,6	Ls3	7,0	0,0	0,5	0,9	
4	IIIM	60-75	Sp.	1,3	14,1	24,9	40,4	20,3	15,5	6,6	42,4	17,2	Ls2	6,9	0,0	0,2	0,3	
5		80-95	1,5	1,6	15,0	22,8	39,3	19,9	15,5	5,9	41,2	19,5	Ls2	7,0	0,0	0,1	0,2	
6	VM	150-170	Sp.	1,0	14,3	29,8	45,1	20,0	13,3	6,4	39,7	15,1	S14	7,0	0,0	0,1	0,2	
7	VIM?-fBt	185-205	Sp.	0,6	6,6	17,0	24,2	19,5	14,6	7,2	41,2	34,5	Lt2	7,0	0,0	0,2	0,3	

398 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7137-104 (Frauenberg 4) Aufnahme datum: 09.11.94 Lage: R: 4487870 - H: 5417275
 Profilart: A Höhe über NN: 413m (Unterkante Wallschüttung) Relief formtyp: Mittelhang
 Neigung: 3° Exposition: SE Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Prä-umenfelderzeitlicher Kolluvisol (Profil im Liegenden des umenfelderzeitlichen Walles)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
104/1	0-15	M-Sw	0-15	stark lehmiger Sand, sehr schwach humos, rostfleckig, 10YR 5/4 (matt gelblich braun) und 10YR 4/6 (braun) dominant, Holzkohlen, carbonatfrei;	I
104/2	15-30	M-Sd	15-30	schwach toniger Lehm, einzelne Kiese, inhomogener, durchmischter Horizont, sehr schwach humos, carbonatfrei;	II
104/3	35-50	M?-fBt	30-50	schwach toniger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, sowohl Quarzkiese, als auch Malmkalkbruchstücke, sehr schwach humos, 7,5YR 4/6 bis 4/4 (braun), carbonatfrei;	III
104/4	50-55	fBt	50-55	schwach toniger Lehm, schwach kiesig, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	IV
n.b.		C	55+		V

Kurzinterpretation: I, II = Kolluvien, III = lokal umgelagertes? Bt-Material, IV = Bt-Horizont-Rest aus löflehndominierter Fließerde, V = periglazial umgelagerte Malmkalle

Bodananalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fu	U	T						
1	M-Sw	0-15	Sp.	0,4	13,8	32,5	46,7	16,9	15,2	6,5	38,6	14,7	Sl4	7,2	0,0	0,1	0,2	
2	IIIM-Sd	15-30	Sp.	0,2	11,0	27,1	38,3	14,2	12,8	6,6	33,6	28,1	Lt2	7,2	0,0	0,1	0,2	
3	IIIM?-fBt	35-50	1,9	0,2	8,3	19,1	27,7	17,3	14,4	6,3	38,0	34,4	Lt2	7,2	0,0	0,1	0,2	
4	IVfBt	50-55	4,2	1,2	4,7	12,9	18,7	23,4	17,0	6,3	46,6	34,7	Lt2	7,4	0,0	0,2	0,3	

Pedogene Oxide (Sequentielle Extraktion)

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Sequentielle Extraktion von pedogenem Eisen, Aluminium und Mangan										Gesamtgehalt	
			Pyrophosphat (p)		Oxalat (o)		Dithionit (d)		% Fe	% Mn				
			% Fe p	% Al p	% Mn p	% Fe o	% Al o	% Mn o	% Fe d	% Al d	% Mn d	% Fe	% Mn	
1	M-Sw	0-15	0,00	0,01	0,000	0,27	0,04	0,035	0,39	0,04	0,005	0,67	0,09	
2	IIIM-Sd	15-30	0,01	0,01	0,000	0,16	0,06	0,032	0,70	0,09	0,004	0,87	0,16	
3	IIIM?-fBt	35-50	0,01	0,02	0,002	0,13	0,09	0,038	0,99	0,12	0,006	1,12	0,23	
4	IVfBt	50-55	0,01	0,02	0,000	0,11	0,09	0,042	1,08	0,12	0,001	1,21	0,24	

Profil-Nr.: 7137-105 (Frauenberg 5) Aufnahme datum: 10.11.94 Lage: R: 4487870 - H: 5417275
 Profilart: A Höhe über NN: 413m (Unterkante Wallschüttung) Relief formtyp: Mittelhang
 Neigung: 3° Exposition: SE Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Prä-umenfelderzeitlicher Kolluvisol (Profil im Liegenden des umenfelderzeitlichen Walles)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
105/1	0-15	M-Sw	0-15	stark lehmiger Sand, carbonathaltige Skelettbruchstücke, 10YR 6/4 (matt gelblich orange), rostfleckig, heterogen, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	I
105/2	15-25	M-Sd	15-25	schwach toniger Lehm, carbonathaltige Skelettbruchstücke, inhomogen, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	II
105/3	25-40	M?-fBt-Sd	25-40	schwach toniger Lehm, einzelne carbonathaltige Skelettbruchstücke, inhomogen, Manganflecken, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	III
105/4	40-60	fBt	40-60	schwach toniger Lehm, carbonathaltige Skelettbruchstücke, undeutliche Abgrenzung zum Hangenden, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	IV
n.b.		C	60+		V

Kurzinterpretation: I, II = präumenfelderzeitliche Kolluvien, III = lokal umgelagertes? Bt-Material, IV = Bt-Horizont aus löflehndominierter Fließerde, V = periglazial umgelagerte Malmkalle

Bodananalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fu	U	T						
1	M-Sw	0-15	Sp.	0,9	14,4	31,2	46,6	18,3	13,1	6,1	37,5	15,9	Sl4	7,4	0,0	0,1	0,2	
2	IIIM-Sd	15-25	Sp.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	7,4	0,0	0,1	0,2	
3	IIIM?-Bt*Sd	25-40	Sp.	0,3	9,2	21,4	31,0	17,1	12,5	5,5	35,1	33,9	Lt2	7,2	0,0	0,1	0,1	
4	IVfBt	40-60	Sp.	0,6	6,9	15,8	23,3	18,3	15,9	7,7	41,9	34,8	Lt2	7,2	0,0	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7137-106 (Frauenberg 6)
 Profilart: A
 Neigung: 8°
 Bodentyp: Kolluvisol (als Grabenverfüllung)

Aufnahmedatum: 10.11.94
 Höhe über NN: 411m
 Exposition: SE

Lage: R: 4487870 - H: 5417265
 Reliefmorphotyp: Mittelhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
106/1	0-20	Ap	0-20	schwach sandiger Lehm, einzelne Kiese, locker, schwach humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), carbonatfrei;	I
106/2	20-30	M	20-40	schwach toniger Lehm, Ziegelreste an Obergrenze, sehr schwach humos, inhomogen, schwache Redoxmerkmale, 7,5YR 4/6 (braun), Holzkohleflitter, carbonatfrei;	
106/3	30-40				
106/4	40-50	M	40-50	schwach toniger Lehm, unterschiedliche Gesteinsanteile, dicht, 7,5YR 3/4 (dunkelbraun), sehr schwach humos, carbonatfrei;	II
n.b.		C	50+	Kalkschutt	III

Kurzinterpretation: I = Kolluvium (Gabenverfüllung), II = Kolluvium, III = solifudal umgelagerter Kalkschutt.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-20	1,9	1,2	13,2	24,6	39,0	16,3	14,5	9,9	40,7	20,3	Ls2	6,0	0,0	0,7	1,2	
2	M	20-30	Sp.	1,3	11,5	25,7	38,5	16,4	13,4	5,8	35,7	25,9	Lt2	6,0	0,0	0,4	0,7	
3		30-40	1,4	1,1	12,8	20,6	34,6	17,5	15,1	5,7	38,3	27,2	Lt2	6,1	0,0	0,4	0,7	
4	IIIM	40-50	Sp.	0,8	12,0	22,1	34,9	16,8	12,4	6,4	35,6	29,5	Lt2	6,3	0,0	0,5	0,9	

Profil-Nr.: 7137-141 (Frauenberg 41)
 Profilart: A
 Neigung: 2°
 Bodentyp: Auftragsboden (Kulto-Regosol)

Aufnahmedatum: 28.09.95
 Höhe über NN: 415m
 Exposition: SE

Lage: R: 4487865 - H: 5417280
 Reliefmorphotyp: Oberhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
n.b.		Ap	0-10	schwach toniger Lehm, humos, carbonatfrei;	I
141/1	10-25	jC	10-45	schwach toniger Lehm, kaum Skelettanteile, sehr schwach humos, heterogen, Holzkohleflitter, 7,5YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	
141/2	30-45				
141/3	45-55	M	45-60	schwach sandiger Lehm, kaum Skelett, zum liegenden Kolluvium durch Steinlage abtrennbar, sehr schwach humos, 7,5Y 5/6 (leuchtend braun), carbonatfrei;	II
141/4	60-70	M	60-70	sandiger Lehm, an der Obergrenze Skelettkonzentration, sehr schwach humos, Holzkohleflitter und Keramikbruchstücke, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	III
141/5	75-90	M	70-90	schwach sandiger Lehm, kaum Skelett, sehr schwach humos, Holzkohleflitter, zum hangenden Kolluvium durch eine Holzkohleschicht abtrennbar, carbonatfrei;	IV
141/6	100-120	fBt	90-130	toniger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, carbonatfrei;	V
141/7	140-160	ICcv	130-160+	schuffiger Lehm, einzelne Malmkalkbruchstücke, sehr schwach humos, 7,5YR 4/4 (braun), sehr carbonatreich;	

Kurzinterpretation: I = anthropogener Aufwurf aus Bt-Material, II - IV = Kolluvien, trennbar durch Gesteins- und Holzkohlelagen, V = Bt-Rest der holozänen Parabraunerde mit Würmlöb.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	jC	10-25	Sp.	0,2	5,6	13,6	19,5	20,2	18,3	7,3	45,8	34,7	Lt2	6,5	0,0	0,2	0,4	
2		30-45	0,0	0,3	6,9	17,1	24,3	20,0	17,2	7,5	44,7	31,0	Lt2	6,3	0,0	0,2	0,3	
3	IIIM	45-55	Sp.	0,9	12,9	24,7	38,5	18,7	15,3	6,1	40,1	21,5	Ls2	6,3	0,0	0,2	0,4	
4	IIIM	60-70	1,6	1,5	13,2	26,8	41,5	18,9	13,5	6,5	38,9	19,7	Ls3	6,3	0,0	0,2	0,3	
5	IIVM	75-90	Sp.	1,5	11,7	27,0	40,2	19,0	16,0	6,4	41,3	18,5	Ls2	6,4	0,0	0,1	0,2	
6	VBt	100-120	0,0	0,1	5,3	14,1	19,4	19,8	17,8	6,6	44,2	36,4	Lt3	6,5	0,0	0,1	0,2	
7	ICcv	140-160	Sp.	1,3	3,9	11,6	16,8	31,9	24,6	7,9	64,4	18,8	Lu	7,7	28,3	0,1	0,2	

400 9 Dokumentation

9.1.9.2 Dritter Abschnittswall (Wall 3)

Profil-Nr.: 7136-107 (Frauenberg 7)

Profilart: A

Neigung: 1°

Bodentyp: Kolluvisol, schwach pseudovergleyt,

Aufnahmedatum: 11.11.94

Höhe über NN: 427m

Exposition: SW

Lage: R: 4487620 - H: 5417400

Reliefformtyp: Kuppe/Oberhang

Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
107/1	5-15	Ap	0-20	stark sandiger Lehm, Kiese (Quarze) als Skelettkomponenten, Holzkohlefitter, stark durchwurzelt, homogen, 10YR 3/4 (dunkelbraun), carbonatfrei;	I
107/2	20-25	Ap-M	20-30	stark lehmiger Sand, heterogen, gefleckt, neben Quarzen auch carbonathaltige Skelettbruchstücke, schwach humos, Holzkohlefitter, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei;	
107/3	30-40	M-Sw	30-40	stark sandiger Lehm, Quarze als Skelettkomponente, Tier- und Wurzelgänge, schwach humos, an senkrechten Gängen humoses Material eingeschleppt, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatfrei;	
107/4	40-50	M ² -fBtv*Sd	40-60	tonig-sandiger Lehm, Quarze als Skelettkomponente, schwach humos, pseudovergleyt, Holzkohlefitter, humoses Material an Wurzelgängen eingeschleppt, carbonatfrei;	II
n.b.		C	60+		III

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = Kolluvium od. Fließerde, III = periglazial verlagerte Malmkalke.

Bodananalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %											Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T							
1	Ap	5-15	1,0	2,1	18,9	33,2	54,3	12,0	9,8	5,6	27,4	18,3	Ls4	6,5	0,0	1,4	2,4		
2	M	20-25	2,6	1,4	23,3	34,6	59,2	11,0	7,9	5,3	24,1	16,6	Sl4	6,8	0,0	0,7	1,1		
3	M-Sw	30-40	1,7	1,8	17,3	37,2	56,3	10,8	6,6	4,9	22,3	21,4	Ls4	6,6	0,0	0,4	0,6		
4	IIIM ² -fBtv*Sd	40-50	3,0	2,1	15,1	27,8	45,0	9,4	5,5	4,9	19,9	35,1	Lts	6,7	0,0	0,4	0,7		

Profil-Nr.: 7136-108 (Frauenberg 8)

Profilart: A

Neigung: 1°

Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 11.11.94

Höhe über NN: 427m

Exposition: SW

Lage: R: 4487620 - H: 5417400

Reliefformtyp: Kuppe/Oberhang

Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
108/1	5-20	Ap	0-20	stark sandiger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, mit carbonathaltigem Skelett (Malm-Kalke), stark durchwurzelt, humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), Matrix carbonatfrei, Holzkohle und Ziegelbruchstücke; Übergangshorizont, stark sandiger Lehm, schwach humos, sehr schwach skeletthaltig, auch größere Steine, stark durchwurzelt, 10YR 3/3 (dunkelbraun), carbonatfrei;	I
108/2	20-25	M1	20-30	stark sandiger Lehm, kaum Skelett, locker, sehr schwach humos, leichte Redoxmerkmale, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	
108/3	30-40	M2	30-40	stark sandiger Lehm, schwach skeletthaltig, v.a. kiesige Komponenten, dicht, sehr schwach humos, redoximorphe Kennzeichen, 10YR 5/6 (gelblich braun), Holzkohlefitter, carbonatfrei;	
108/4	40-55	M-Sw	40-55	sandig-toniger Lehm, sehr schwach skeletthaltig (meist Quarze, teilweise auch carbonathaltiges Skelett), sehr schwach humos, 10YR 4/3 (matt gelblich braun) bis 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei;	II
108/5	55-65	M-Sd	55-75	sandig-toniger Lehm, sehr schwach skeletthaltig (Quarze), sehr schwach humos, 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun) und 10YR 5/1 (braunlich grau), inhomogen, tonigere Partien wechseln mit (feinsandig)-schluffigeren Bereichen, relativ starke Pseudovergleyung, Konzentration an Holzkohlen, carbonatfrei;	III
108/6	65-75				
108/7	75-85	M ² -fBtv*Sd	75-85		IV
n.b.		C	85+		

Kurzinterpretation: I - III = Kolluvien, IV = periglazial verlagerte Malmkalke.

Bodananalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %											Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T							
1	Ap	5-20	2,8	1,7	16,6	35,9	54,2	12,6	10,6	3,4	26,6	19,3	Ls4	6,5	0,0	1,2	2,1		
2	M1	20-25	2,5	1,9	15,7	36,0	53,6	12,4	8,9	5,0	26,3	20,1	Ls4	6,8	0,0	1,1	1,9		
3	M2	30-40	Sp	2,1	15,9	37,6	55,6	11,7	9,1	4,7	25,5	18,9	Ls4	6,6	0,0	0,5	0,9		
4	M-Sw	40-55	4,3	2,0	14,8	35,0	51,8	11,6	7,8	4,0	23,3	24,9	Ls4	6,6	0,0	0,3	0,5		
5	IIIM-Sd	55-65	Sp	1,6	13,4	29,5	44,5	10,0	6,9	4,0	20,9	34,6	Lts	6,8	0,0	0,3	0,5		
6	65-75		1,1	2,0	13,8	28,9	44,8	9,9	6,9	4,1	20,9	34,3	Lts	6,8	0,0	0,3	0,5		
7	IIIM ² -fBtv*Sd	75-85	1,3	0,9	11,6	28,7	41,1	8,4	6,5	5,0	19,9	38,9	Lts	7,0	0,0	0,3	0,5		

Profil-Nr.: 7136-109 (Frauenberg 9) Aufnahme datum: 11.11.94 Lage: R: 4487620 - H: 5417395
 Profilart: A Höhe über NN: 426m (Unterkan te Wallschüttung) Relief formtyp: Kuppe/Oberhang
 Neigung: 1° Exposition: SW Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Kolluvisol

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
109/1	5-15	M-Sd	0-30	sandig-toniger Lehm, sehr schwach skeletthal tig (Kiese), konzentriert an Horizontuntergrenze, 10YR 3/4 (dunkelbraun), z.T. Mangan flächenhaft, z.T. als Konkretionen, sehr schwach humos, carbonatfrei;	I
109/2	20-30				
109/3	35-45	M-Sd	30-50	sandig-toniger Lehm, sehr schwach skeletthal tig, sehr schwach humos, mit Holzkohleflittern, 10YR 3/4 (dunkelbraun), carbonatfrei;	II
109/4	50-60	IIIbTv-T	50-60	sandig-toniger Lehm, schwach kiesig, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatfrei;	III
n.b.		C	60+		IV

Kurzinterpretation: I, II = Kolluvien, III = fossiler, periglazial umgelagerter Bodenhorizont, IV = periglazial umgelagerte Malmkalke.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n Gew. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	M-Sd	5-15	2,8	1,6	13,8	33,3	48,7	8,4	6,0	4,5	18,9	32,3	Lts	7,3	0,0	0,3	0,5	
2		20-30	2,8	1,9	15,4	33,1	50,4	7,1	6,9	4,6	18,6	31,1	Lts	7,3	0,0	0,3	0,5	
3	IIIM-Sd	35-45	1,3	1,2	14,6	33,5	49,4	9,0	6,1	4,6	19,7	30,9	Lts	7,3	0,0	0,3	0,5	
4	IIIbTv-T	50-60	5,3	1,8	11,3	28,1	41,2	7,8	4,8	3,8	16,3	42,5	Lts	7,3	0,0	0,3	0,5	

Pedogene Oxide (Sequentielle Extraktion)

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Sequentielle Extraktion von pedogenem Eisen, Aluminium und Mangan										Gesamtgehalt		
			Pyrophosphat (p)		Oxalat (o)			Dithionit (d)			% Fe	% Al	% Mn		
			% Fe p	% Al p	% Mn p	% Fe o	% Al o	% Mn o	% Fe d	% Al d	% Mn d	% Fe	% Al	% Mn	
1	M-Sd	5-15	0,02	0,03	0,000	0,22	0,08	0,059	0,50	0,11	0,000	0,74	0,22	0,060	
2		20-30	0,02	0,03	0,000	0,22	0,09	0,085	0,44	0,09	0,001	0,69	0,21	0,085	
3	IIIM-Sd	35-45	0,02	0,03	0,000	0,22	0,08	0,082	0,53	0,10	0,002	0,77	0,20	0,084	
4	IIIbTv-T	50-60	0,02	0,04	0,000	0,18	0,10	0,046	0,71	0,12	0,001	0,91	0,26	0,047	

Profil-Nr.: 7136-110 (Frauenberg 10) Aufnahme datum: 14.11.94 Lage: R: 4487625 - H: 5417385
 Profilart: A Höhe über NN: 424m Relief formtyp: Kuppe/Oberhang
 Neigung: -- Exposition: SW Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Kolluvisol (Grabenfüllung)

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
110/1	0-10	Ahp	0-15	sandig-toniger Lehm, schwach skeletthal tig (bevorzugt Malmkalke an der Grobbodenfraktion beteiligt), sehr stark humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), carbonathaltig, größtenteils aus Gesteinsabrieb;	I
110/2	15-25	M	15-25	lehmiger Ton, stark skeletthal tig, neben Malmkalken auch Quarze, Skelett wirr gelagert, sehr stark humos, teilweise mit hangenden Horizont vermengt, 10YR 3/4 (dunkelbraun) und 10YR 5/8 (gelblich braun), carbonathaltig, größtenteils aus Gesteinsabrieb;	II
110/3	30-45	M	25-5	schwach sandiger Ton, nur sehr geringe Skelettanteile, humos, 10YR 4/2 (grünlich gelbbraun), Holzkohle, carbonatfrei;	III
110/4	60-90	M	55-95	schwach sandiger Ton, schwach skeletthal tig, grobe Skelett komponenten mit Kantenlängen von > 10cm, hangparallel eingeregelt Skelett, Holzkohleflitter, Ziegelp, carbonathaltig;	IV
110/5	100-120	C	95-120+	reiner Ton, stark skeletthal tig, vorwiegend Malm-Kalke, schwach humos, 10YR 7/2 (matt gelblich orange), carbonatreich;	V

Kurzinterpretation: I = Ap-Horizont, II - IV = mehrphasige Grubenverfüllung, V = Alverwitterungslehm mit Malm-Kalken, solifluidal umgelagert.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n Gew. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ahp	0-10	12,6	6,0	8,6	16,1	30,7	9,1	9,2	9,7	28,0	41,4	Lts	7,0	5,7	5,0	8,5	
2	IIIM	15-25	46,7	5,6	11,0	17,4	34,0	7,6	5,9	5,5	19,0	47,0	Tl	7,3	8,1	4,9	8,3	
3	IIIM	30-45	Sp.	3,0	10,9	18,6	32,5	2,2	5,7	6,2	14,1	53,4	Ts2	7,0	0,0	1,5	2,5	
4	IIVM	60-90	10,2	5,8	11,2	19,2	36,2	4,7	6,5	3,5	14,7	49,1	Ts2	7,4	6,0	1,1	2,0	
5	VC	100-120	42,9	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	Tt	7,5	12,3	0,6	1,0	

402 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7136-111 (Frauenberg 11)
 Profilart: A
 Neigung: --
 Bodentyp: Kolluvisol (Grabenfüllung)

Aufnahmedatum: 15.11.94
 Höhe über NN: 424m
 Exposition: SW

Lage: R: 4487625 - H: 5417385
 Reliefformtyp: Kuppe/Oberhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
111/1	5-20	Ap	0-25	sandig-toniger Lehm, einzelne Skelettbruchstücke, stark humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), Holzkohleflitter, carbonatfrei;	I
111/2	25-35	M	25-35	lehmgiger Ton, einzelne Skelettbruchstücke, humos, 10YR 3/4(dunkelbraun), stark gefleckt, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	II
111/3	40-55	M	35-60	lehmgiger Ton, einzelne Skelettbruchstücke (carbonatfrei, Kiese), humos, inhomogen in der Farbe, vorherrschend 10YR 4/6 (braun), dicht, carbonatfrei;	III
111/4	60-85	M	60-85	schwach sandiger Ton, schwach skeletthaltig, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun) bis 10YR 4/4 (braun), Keramik, Holzkohleflitter, carbonatreich;	IV
111/5	90-110	C	85-110+	reiner Ton, schwach skeletthaltig, schwach humos, zweifarbig, 2,5Y 7/8 (gelb) und 10YR 7/2 (matt gelblich orange), carbonathaltig.	V

Kurzinterpretation: I - IV = kolluviale Grabenverfüllung, V = Verwitterungslehm.

Bodananalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	5-20	Sp.	2,4	9,4	24,7	36,5	8,1	8,2	6,2	22,4	41,1	Lts	5,9	0,0	3,5	6,1	
2	IIM	25-35	Sp.	2,1	10,6	23,7	36,5	7,6	6,8	4,0	18,3	45,2	Tl	6,3	0,0	1,6	2,8	
3	IIIM	40-55	Sp.	2,0	8,5	20,6	31,2	6,5	5,4	3,7	15,7	53,2	Tl	6,6	0,0	1,3	2,2	
4	IYM	60-85	8,7	4,2	9,8	18,9	32,9	0,1	5,7	4,8	10,6	56,5	Ts2	7,3	11,0	1,0	1,7	
5	VC	90-110	3,1	1,4	1,6	2,2	5,2	1,9	3,3	2,6	7,9	86,9	Tt	7,5	5,7	0,9	1,6	

Profil-Nr.: 7136-149 (Frauenberg 49)
 Profilart: A
 Neigung: --
 Bodentyp: --

Aufnahmedatum: 01.06.95
 Höhe über NN: 425m
 Exposition: --

Lage: R: 4487625 - H: 5417385
 Reliefformtyp: Oberhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung
n.b.		M	0-50	
149/1	50-70	C	50-70	schwach schluffiger Ton, skelettfrei, carbonatfrei, humos, rotbraun;
149/2	70-90	C	70-90	schluffiger Ton, skelettfrei, carbonatfrei, humos, grau

Kurzinterpretation: Tone (Verwitterungslehme) aus dem Bereich des dritten Walles.

Bodananalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T						
1	C	50-70	0,0	0,1	0,1	0,8	1,0	8,4	18,7	14,6	41,7	57,3	Tu2	6,1	0,0	1,4	2,3	
2	C	70-90	Sp.	0,4	0,4	6,7	7,5	21,5	23,6	13,4	58,5	34,0	Tu3	7,2	0,0	1,8	3,1	

Profil-Nr.: 7136-150 (Frauenberg 50)
 Profilart: A
 Neigung: --
 Bodentyp: Rendzina aus Wallerschüttungsmaterial

Aufnahmedatum: 01.06.95
 Höhe über NN: 428m
 Exposition: --

Lage: R: 4487620 - H: 5417395
 Reliefformtyp: Kuppe
 Nutzung: Mischwald

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung
150/1	0-10	eAh	0-10	toniger Lehm, sehr stark humos, bräunlich schwarz, carbonathaltig (Restcarbonatgehalt);
n.b.		jC	10-200	Aufschüttungsmaterial des dritten Walles, vorwiegend Malmkalke;

Kurzinterpretation: Rendzina aus Aufschüttungsmaterial

Bodananalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T						
1	eAh	0-10	50,1	4,0	7,7	11,4	23,0	9,1	14,8	9,2	33,1	43,9	It3	7,1	5,4	5,8	10,0	

Profil-Nr.: 7136-152 (Frauenberg 52) Aufnahme­datum: 01.06.95 Lage: R: 4487625 - H: 5417385
 Profilart: A Höhe über NN: 425m Relief­form­typ: Oberhang
 Neigung: -- Exposition: Nutzung: Grünland
 Bodentyp: --

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung
152/1	--	C	--	schwach toniger Sand, schwach skeletthaltig, sehr schwach humos, rötlich braun, carbonatfrei;
152/2	--	C	--	schwach toniger Sand, schwach skeletthaltig, sehr schwach humos, rötlich braun, carbonatfrei;

Kurzinterpretation: Schutzfels(?)­sande aus Graben des dritten Walles.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	C	--	13,5	35,9	30,5	13,5	79,9	6,0	2,3	1,3	9,5	10,6	St2	7,4	0,0	0,1	0,1	
2	C	--	12,3	43,2	29,2	10,7	83,1	2,6	0,9	0,4	3,9	13,0	St2	7,5	0,0	0,0	0,1	

9.1.9.3 Frauenberg: Profile zwischen Wall 3 und Wall 4

Profil-Nr.: 7136-112 (Frauenberg 12) Aufnahme­datum: 15.11.94 Lage: R: 4487660 - H: 5417370
 Profilart: Hb Höhe über NN: 425m Relief­form­typ: Kuppe/Oberhang
 Neigung 2° Exposition: SW Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Kolluvisol

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
112/1	0-15	Ap	0-15	sandig-toniger Lehm, schwach skeletthaltig (Kiese), inclusive moderner Ziegel, stark durchwurzelt, sehr stark humos, 10YR 3/2 (bräunlich schwarz) bis 10YR 3/3 (dunkelbraun), carbonatfrei;	I
112/2	15-25	M	15-25	sandig-toniger Lehm, schwach skeletthaltig, dabei carbonathaltige und carbonatfreie Komponenten, humos, Holzkohleflitter, 10YR 4/4 (braun) bis 10YR 5/6 (gelblich braun), Matrix carbonatfrei;	
n.b.		C	25-30+		II

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = periglazial verlagerte Malmkalke.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-15	3,7	2,3	12,2	29,0	43,5	9,0	10,2	6,0	25,5	31,3	Lts	6,3	0,0	5,4	9,2	
2	M	15-25	4,9	3,0	11,5	26,8	41,3	9,6	7,3	5,3	22,1	36,7	Lts	6,6	0,0	1,9	3,2	

Profil-Nr.: 7136-113 (Frauenberg 13) Aufnahme­datum: 15.11.94 Lage: R: 4487680 - H: 5417350
 Profilart: Hb Höhe über NN: 424m Relief­form­typ: Kuppe/Oberhang
 Neigung 2° Exposition: S Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Kolluvisol

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
113/1	0-20	Ap	0-20	sandiger Lehm, schwach skeletthaltig (Kiese), inclusive moderner Ziegel, stark durchwurzelt, humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), carbonatfrei;	I
113/2	20-35	M	20-35	sandig-toniger Lehm, schwach skeletthaltig, dabei carbonathaltige und carbonatfreie Komponenten, schwach humos, Holzkohleflitter, 10YR 3/3 (dunkelbraun), Matrix carbonatfrei;	
n.b.		C	35+		II

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = periglazial verlagerte Malmkalke.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-20	3,2	2,6	13,8	32,1	48,4	13,1	11,0	6,5	30,5	21,1	Ls3	6,6	0,0	1,6	2,7	
2	M	20-35	5,6	3,2	11,1	25,8	40,1	10,0	8,9	4,8	23,6	36,3	Lts	6,6	0,0	0,9	1,5	

404 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7137-114 (Frauenberg 14)
 Profilart: Hb
 Neigung: 2°
 Bodentyp: Kolluvisol (Ap-Horizont)

Aufnahmedatum: 15.11.94
 Höhe über NN: 424m
 Exposition: S

Lage: R: 4487810 - H: 5417350
 Reliefformtyp: Kuppe/Oberhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
114/1	0-20	Ap	0-20	sandiger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, schwach humos, braun, carbonatfrei;	I
114/2	20-50	fBv-T	20-50	lehmiger Ton, ganz vereinzelt carbonathaltiges Skelett, sehr schwach humos, grünlich gelb, carbonatfrei;	II
114/3	60-90	Cv	50-150+	reiner Ton, etwas carbonathaltiges Skelett, sehr schwach humos, fleckig, carbonatfrei, im unteren Bereich dann carbonathaltig (v.a. aus Gesteinsabrieb);	III
114/4	90-120				
114/5	120-150				

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = periglazial vermengter Lößlehm und Albverwitterungslehm, III = Verwitterungslehme.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden- art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-20	4,0	2,1	12,2	28,0	42,3	16,8	13,7	5,3	35,8	21,9	Ls3	5,7	0,0	4,2	1,5	
2	II fBv-T	20-50	Sp.	0,5	5,3	15,8	21,6	10,3	6,9	5,4	22,6	55,8	Tl	6,3	0,0	1,4	0,2	
3	III Cv	60-90	Sp.	0,2	2,7	5,8	8,7	5,4	4,6	4,5	14,6	76,7	Tt	6,6	0,0	1,1	0,2	
4		90-120	0,0	3,5	5,4	5,5	14,4	4,2	3,0	3,8	11,1	74,5	Tt	7,6	n.b.*	0,9	0,1	
5		120-150	Sp.	3,2	2,7	3,1	9,0	3,9	3,1	4,8	11,8	79,1	Tt	7,6	n.b.*	1,2	0,0	

* Carbonatgehalt nicht eindeutig bestimmbar (Gesteinsabrieb).

Profil-Nr.: 7137-115 (Frauenberg 15)
 Profilart: Hb
 Neigung: 2°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 15.11.94
 Höhe über NN: 423m
 Exposition: S

Lage: R: 4487850 - H: 5417350
 Reliefformtyp: Kuppe/Oberhang
 Nutzung: Grünland

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-15	sandiger Lehm, skelettfrei, humos, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei, stark durchwurzelt;	I
M	15-25	sandiger Lehm, einzelne Kiese, von Humusbahnen durchzogen, sonst schwach humos, Holzkohlefitter, farblich heterogen, 7,5YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	II
fBv	25-60	sandiger Lehm, Feinskelett, 7,5 YR 5/6 (leuchtend braun) bis 10YR 5/4 (matt gelblich braun), locker, carbonatfrei;	III
fBv-Cv	60-80		
Cv	80+	reiner Ton, carbonathaltiges Skelett, Matrix carbonatfrei;	IV

Kurzinterpretation: I, II = Kolluvium, III = Bodenbildung aus Lößlehmfließerde, IV = Verwitterungslehme mit periglazial verlagerten Malmkalke.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7137-116 (Frauenberg 16)
 Profilart: Hb
 Neigung: 2°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 15.11.94
 Höhe über NN: 423m
 Exposition: S

Lage: R: 4487860 - H: 5417350
 Reliefformtyp: Kuppe/Oberhang
 Nutzung: Grünland

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-15	sandiger Lehm, Ziegel, Holzkohle, humos, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei, stark durchwurzelt;	I
M-Sw	20-40	sandiger Lehm, Ziegelbruchstücke, Holzkohlefitter, schwach humos, farblich heterogen, 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), carbonatfrei;	II
fBv-Sd	40-70	toniger Lehm, Feinskelett, 7,5 YR 5/8 (leuchtend braun), heterogen, carbonatfrei;	III
Cv	70-85+	toniger Lehm, einzelne Kiese und Malmkalke in der Skelettfraktion, sehr schwach humos, Matrix carbonatfrei;	IV

Kurzinterpretation: I, II = Kolluvium, III = Bodenbildung aus Lößlehmfließerde, IV = Verwitterungslehme mit periglazial verlagerten Malmkalke.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7137-117 (Frauenberg 17)
 Profilart: Hb
 Neigung: 3°
 Bodentyp: Kolluvisol über Terra fusca-Rest

Aufnahmedatum: 15.11.94
 Höhe über NN: 423m
 Exposition: S

Lage: R: 4487870 - H: 5417350
 Reliefformtyp: Oberhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
117/1	0-20	Ap	0-20	sandig-toniger Lehm, schwach skeletthaltig (interne Steinlage), humos, braun, carbonatfrei;	I
117/2	20-40	fBv-T	20-40	lehmiger Ton, schwach skeletthaltig, an Untergrenze Steinlage (aus Malmkalke) ausgebildet, farblich heterogen,	II
n.b.		C	40-50+		III

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = periglazial vermengter Lößlehm und Albverwitterungslehm, III = periglazial verlagerte Malmkalke.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-20	6,5	2,5	10,0	21,1	33,6	16,3	10,1	6,6	33,0	33,4	Lts	6,1	0,0	1,3	2,2	
2	IIIBv-T	20-40	12,0	1,7	6,9	13,9	22,5	10,2	7,0	5,6	22,8	54,7	TI	6,7	0,0	0,4	0,7	

Profil-Nr.: 7137-118 (Frauenberg 18) Aufnahme datum: 15.11.94 Lage: R: 4487845 - H: 5417335
 Profilart: Hb Höhe über NN: 422m Relief formtyp: Oberhang
 Neigung: 3° Exposition: S Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Kolluvisol

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
118/1	0-15	Ap	0-15	schluffiger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, Ziegel und Holzkohle, stark humos, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei;	I
118/2	15-30	M	15-30	toniger Lehm, schwach skeletthaltig, an Untergrenze Steinlage (aus Malmkalke) ausgebildet, farblich heterogen, Holzkohle, carbonatfrei;	II
n.b.		C	30+		

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = periglazial verlagerte Malmkalke.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-15	2,3	1,4	9,2	18,0	28,7	18,7	16,3	8,2	43,3	28,1	Lu	6,0	0,0	2,5	4,3	
2	M	15-30	3,5	0,5	7,9	17,2	25,7	19,0	16,7	7,8	43,5	30,9	Li3	6,4	0,0	0,9	1,6	

Profil-Nr.: 7137-119 (Frauenberg 19) Aufnahme datum: 15.11.94 Lage: R: 4487865 - H: 5417335
 Profilart: Hb Höhe über NN: 420m Relief formtyp: Oberhang
 Neigung: 3° Exposition: S Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Kolluvisol

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
119/1	0-20	Ap	0-20	schwach toniger Lehm, einzelne Gesteinsbruchstücke, stark humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), carbonatfrei;	I
119/2	20-30	M	20-30	schwach toniger Lehm, skelettfrei, außer Ziegelbruchstückchen, humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), Holzkohleflitter, carbonatfrei;	II
119/3	30-40	M	30-40	toniger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, einzelne Kiese, 10YR 4/4 (braun), carbonatfrei;	III
119/4	40-50	M?	40-50	schwach schluffiger Ton, skeletthaltig, humos, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	

Kurzinterpretation: I, II = Kolluvium, III = Fließerde/Kolluvium?

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-20	Sp.	1,2	9,6	18,7	29,5	18,8	14,8	8,6	42,2	28,3	Li2	6,4	0,0	3,8	6,5	
2	M	20-30	0,0	0,9	9,4	20,7	31,0	18,1	14,2	7,3	39,5	29,5	Li2	6,6	0,0	2,1	3,6	
3	IIIM	30-40	3,0	1,3	7,8	14,8	23,8	15,3	13,6	7,4	36,3	39,9	Li3	6,7	0,0	1,9	3,2	
4	IIIM?	40-50	15,7	1,3	5,8	13,0	20,0	14,5	10,1	5,6	30,2	49,8	Tu2	6,9	0,0	1,7	3,0	

Profil-Nr.: 7137-120 (Frauenberg 20) Aufnahme datum: 15.11.94 Lage: R: 4487870 - H: 5417300
 Profilart: Hb Höhe über NN: 417m Relief formtyp: Oberhang
 Neigung: 3° Exposition: S Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Kolluvisol

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-20	sandiger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, einzelne Kiese, stark humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), Ziegelstücke, Holzkohle, homogen, carbonatfrei;	I
M	20-40	toniger Lehm, kaum Skelett, humos, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	II?
M-Sw	40-60	toniger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, Kiese, Ziegelstückchen, leicht hydromorph, Holzkohle, heterogen, humos, carbonatfrei;	III?
M-Sd	60-70	schluffiger Ton, einzelne Skelette, Humuseinschleppungen, humos, Ziegelstückchen, Holzkohle, carbonatfrei, nach unten durch Steinlage begrenzt;	IV
C	70+		

Kurzinterpretation: I, II?, III? = Kolluvien, IV = periglazial ungelagerte Malmkalke.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

406 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7137-121 (Frauenberg 21) Aufnahme datum: 15.11.94 Lage: R: 4487855 - H: 5417300
 Profilart: Hb Höhe über NN: 420m Relief formtyp: Oberhang
 Neigung: 3° Exposition: S Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Kolluvisol

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
121/1	0-25	Ap	0-25	schwach toniger Lehm, schwach skeletthaltig (Skelettbruchstücke unterschiedlicher Natur), moderne Ziegel, Holzkohleflitter, humos, carbonatfrei;	I
121/2	25-35	M	25-35	toniger Lehm, schwach skeletthaltig (mit vielen kleinen Skelettbruchstückchen), humos, Holzkohleflitter, carbonatfrei;	II
n.b.		C	35+		III

Kurzinterpretation: I, II = Kolluvium, III = periglazial verlagerte Malmkalke

Bodananalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-25	3,8	1,8	9,5	18,9	30,3	14,3	14,9	8,3	37,5	32,2	Lt2	6,4	0,0	1,9	3,2	
2	IIM	25-35	3,0	2,5	6,7	14,7	24,0	14,2	13,7	7,5	35,4	40,6	Lt3	6,9	0,0	1,2	2,1	

Profil-Nr.: 7137-122 (Frauenberg 22) Aufnahme datum: 21.11.94 Lage: R: 4487840 - H: 5417285
 Profilart: Hb Höhe über NN: 417m Relief formtyp: Oberhang
 Neigung: 4° Exposition: S Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Kolluvisol, pedogen überprägt

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
122/1	0-20	Ap	0-30	schwach sandiger Lehm, sehr schwach skeletthaltig (junger Kulturschutt), durchwurzelt, humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), carbonatfrei;	I
122/2	40-70	M	30-105	schwach toniger Lehm, sehr schwach skeletthaltig bis skelettfrei, sehr schwach humos, Humuseinschleppungen, Holzkohleflitter, 7,5YR 4/6 bis 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	II
122/3	70-85				
122/4	85-105				
122/5	105-130	fBt	105-130	schwach toniger Lehm, skelettfrei, 7,5YR 5/8 (leuchtend braun), sehr schwach humos, carbonatfrei;	III (Abgrenzung zum Hangenden undeutlich)
122/6	130-150	fBv-ICcv	130-150	Übergangshorizont, schluffiger Lehm, einzelne carbonathaltige Gesteinsbruchstücke (Malmkalke), Mollusken, sehr schwach humos, 7,5YR 6/6 orange, carbonatreich;	IV
122/7	150-190	ICcv	150-245+	stark toniger Schluff bis schluffiger Lehm, Skelettfraktion vorwiegend bestehend aus Lößkindeln, leichte Pseudovergleyung (Mangankonkretionen), carbonatreich;	
122/8	190-245				

Kurzinterpretation: I, II = Kolluvium, III = Parabraunerdest (aus Fließerdenmaterial), IV = Würmlöß.

Bodananalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-20	2,1	1,0	10,8	23,4	35,2	18,3	14,8	8,2	41,3	23,5	Ls2	6,2	0,0	1,5	2,6	
2	IIM	40-70	1,1	0,6	8,5	19,2	28,3	17,6	15,5	6,6	39,8	31,9	Lt2	6,6	0,0	0,6	1,0	
3		70-85	0,0	0,0	6,6	19,4	26,1	16,6	15,5	6,9	38,9	35,0	Lt2/Lt3	6,5	0,0	0,3	0,5	
4		85-105	0,0	0,0	6,3	17,7	24,1	19,7	14,9	6,6	41,3	34,6	Lt2	6,6	0,0	0,3	0,6	
5	III fBt	105-130	0,0	0,0	3,8	13,3	17,1	20,9	20,3	7,0	48,2	34,7	Lt2	6,5	0,0	0,4	0,7	
6	IV fBv-ICcv	130-150	Sp.	0,3	2,3	10,8	13,4	29,9	24,4	9,1	63,4	23,2	Lu	7,5	13,6	0,3	0,5	
7	ICcv	150-190	1,7	0,7	2,1	10,4	13,2	33,7	27,9	7,6	69,2	17,6	Uf4	7,7	24,7	0,2	0,3	
8		190-245	1,0	1,3	5,1	15,0	21,4	28,6	25,4	6,9	60,8	17,8	Lu	7,6	22,6	0,2	0,3	

9.1.9.4 Profile südsüdöstlich des äußersten Abschnittswalles

Profil-Nr.: 7137-123 (Frauenberg 23) Aufnahme datum: 21.11.94 Lage: R: 4487870 - H: 5417250
 Profilart: Hb Höhe über NN: 406m Relief formtyp: Mittelhang
 Neigung: 4° Exposition: S Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Kolluvisol

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
Ap	0-20	schwach toniger Lehm, einzelne Kiese, stark humos, stark durchwurzelt, einzelne Ziegelstückchen, 10YR 3/4 (dunkelbraun), Mollusken, carbonathaltig;	I
ICcv	20-40	schluffiger Lehm, einzelne Malmkalke, sehr schwach humos, Humusflecken, 10YR 4/6 (braun), sehr carbonatreich;	II

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = solifluidal umgelagerter Würmlöß.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7137-124 (Frauenberg 24)
 Profilart: Hb
 Neigung: 4°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 21.11.94
 Höhe über NN: 404m
 Exposition: S

Lage: R: 4487870 - H: 5417245
 Reliefomtyp: Mittelhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
124/1	0-20	Ap	0-20	schwach toniger Lehm, einzelne Kiese, stark humos, stark durchwurzelt, einzelne Konkretionen, 10YR 3/4 (dunkelbraun), carbonathaltig;	I
124/2	20-40	M	20-40	schwach toniger Lehm, einzelne Skelettbruchstücke (carbonathaltig), schwach humos, dicht, 7,5YR 4/4 (braun), Matrix carbonatfrei;	II
124/3	40-60	ICv	40-80+	schluffiger Lehm, sehr schwach humos, Mollusken, 10YR 5/6 (gelblich braun), sehr carbonatreich;	III
124/4	60-80				

Kurzinterpretation: I, II = Kolluvium, III = Wümlöß.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-20	1,2	1,3	8,5	20,0	29,7	16,6	18,6	10,0	45,2	25,0	Li2	6,9	3,3	2,8	4,8	
2	IIIM	30-40	Sp.	0,3	7,8	20,4	28,5	17,0	15,7	6,6	39,2	32,3	Li2	7,2	0,0	0,7	1,2	
3	IIIICv	40-60	Sp.	0,7	3,9	12,2	16,8	28,3	23,2	9,1	60,6	22,6	Lu	7,6	25,5	0,4	0,6	
4		60-80	Sp.	0,7	3,4	13,5	17,5	28,9	25,1	8,5	62,5	20,0	Lu	7,7	30,8	0,2	0,4	

Profil-Nr.: 7137-125 (Frauenberg 25)
 Profilart: Hb
 Neigung: 4°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 21.11.94
 Höhe über NN: 403m
 Exposition: S

Lage: R: 4487870 - H: 5417240
 Reliefomtyp: Mittelhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
125/1	0-35	Ap	0-35	sandiger Lehm, schwach skeletthaltig (carbonathaltiges Skelett mit bis zu 5cm Kantenlänge), stark humos, stark durchwurzelt, dunkelbraun, carbonatfrei;	I
125/2	35-60	M	35-60	sandiger Lehm, schwach skeletthaltig (Malmkalke, Ziegel), schwach humos, Humusflecken, Holzkohle, carbonatfrei;	
125/3	60-75	M	60-75	sandiger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, sehr schwach humos, braun, carbonatfrei;	II
125/4	75-100	M	75-115	stark sandiger Lehm bis stark lehmiger Sand, skelettfrei, Humusinfiltrationen, sehr schwach humos, vereinzelt Holzkohle, carbonatfrei;	III
125/5	100-115				
125/6	115-130	ICv	115-200+	stark sandiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, färblich heterogen, carbonatfrei;	IV
125/7	145-180				
125/8	180-200				

Kurzinterpretation: I - III = Kolluvium, IV = Flugsand/carbonatfreier Sandlöß?, pedogen überprägt.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-35	4,6	0,9	12,4	27,8	41,1	15,3	12,3	7,7	35,3	23,7	Ls3	6,6	0,0	2,8	4,7	
2	M	35-60	5,6	1,0	13,7	28,6	43,3	14,7	11,7	7,5	33,9	22,8	Ls3	6,9	0,0	0,9	1,5	
3	IIIM	60-75	0,9	0,7	14,6	30,3	45,6	17,3	11,6	6,4	35,3	19,1	Ls3	6,6	0,0	0,5	0,8	
4	IIIM	75-100	Sp.	0,4	20,9	36,5	57,8	7,7	6,8	4,2	18,7	23,4	Ls4	6,6	0,0	0,1	0,2	
5		100-115	Sp.	0,6	23,9	35,7	60,2	9,8	8,9	4,8	23,5	16,2	Si4	6,5	0,0	0,2	0,4	
6	IVICv	115-130	0,0	0,2	20,5	35,5	56,1	8,1	7,2	3,6	18,9	25,0	Ls4	6,6	0,0	0,1	0,2	
7		145-180	0,0	0,1	17,6	31,0	48,7	11,9	9,8	4,6	26,2	25,0	Ls4	6,6	0,0	0,1	0,1	
8		180-200	0,0	0,8	11,4	35,4	47,6	12,1	11,0	5,1	28,2	24,3	Ls4	6,6	0,0	0,1	0,1	

408 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7137-126 (Frauenberg 26)
 Profilart: Hb
 Neigung: 5°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 21.11.94
 Höhe über NN: 402m
 Exposition: S

Lage: R: 4487855 - H: 5417240
 Reliefformtyp: Mittelhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
126/1	0-30	Ap	0-30	sandiger Lehm, skelettfrei, humos, 10YR 3/4 (dunkelbraun), homogen, carbonatfrei;	I
126/2	30-70	M	30-70	stark sandiger Lehm, heterogen, skelettfrei, Humusflecken, sehr schwach humos, 7,5YR 5/8 (leuchtend braun), carbonatfrei;	
126/3	70-115	M?·Bv	70-130	schwach toniger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, 7,5YR 6/8 (orange), sehr carbonatarm;	II
126/4	145-180	ICv	130-240	schluffiger Lehm, molluskenführend, dabei Mollusken stark zerrieben, Holzkohlefitter, carbonathaltige Skelettbruchstücke, sehr schwach humos, sehr carbonatreich;	III
126/5	180-220				
126/6	245-260	C	240-260	schluffiger Ton, einzelne Malmskelette, sehr schwach humos, 10YR 8/2 (hellgrau), carbonathaltig.	IV

Kurzinterpretation: I, II = Kolluvien, III = Löß, IV = Alloverwitterungslehm mit periglazial verlagerten Malmskalen.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T				
1	Ap	0-30	n.b.	0,6	13,2	30,1	43,8	14,3	12,7	6,2	33,2	22,9	Ls3	6,3	0,0	
2	M	30-70	n.b.	0,0	12,5	36,3	48,8	10,9	10,8	5,0	26,7	24,4	Ls4	6,4	0,0	
3	III·Bv	70-115	n.b.	0,1	7,3	23,4	30,7	17,9	16,0	7,9	41,8	27,5	Lt2	6,5	1,0	
4	III·Cv	145-180	n.b.	0,5	2,2	15,5	18,2	27,8	27,4	8,0	63,2	18,6	Lu	7,7	27,2	
5		180-220	n.b.	0,8	2,0	9,6	12,4	33,3	28,1	7,8	69,2	18,4	Lu	7,7	27,3	
6	IVC	245-260	n.b.	1,3	1,8	7,8	10,9	18,7	22,4	11,9	53,0	36,2	Tu3	7,6	4,9	

Profil-Nr.: 7137-127 (Frauenberg 27)
 Profilart: Hb
 Neigung: 4°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 21.11.94
 Höhe über NN: 405m
 Exposition: S

Lage: R: 4487840 - H: 5417235
 Reliefformtyp: Mittelhang
 Nutzung: Grünland

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ap	0-15	sandiger Lehm, skelettfrei, humos, dunkelbraun, carbonatfrei;	I
M	15-30	stark sandiger Lehm, einzelne Skelette, Humusflecken, sehr schwach humos, braun, carbonatfrei;	
C	30-40+	schluffiger Ton, Malmskelette als Steinlage ausgebildet, sehr schwach humos, grau, carbonathaltig;	II

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = Alloverwitterungslehm mit periglazial verlagerten Malmskalen.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7137-133 (Frauenberg 33)
 Profilart: Hb
 Neigung: 6°
 Bodentyp: stark verkürzte Parabraunerde, kolluvial überdeckt

Aufnahmedatum: 23.11.94
 Höhe über NN: 405m
 Exposition: S

Lage: R: 4487800 - H: 5417225
 Reliefformtyp: Mittelhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
n.b.		Ah	0-5		I
133/1	5-20	M	5-20	schwach toniger Lehm, geringer Anteil unterschiedlichster Skelette, humos, 10YR 5/6 (gelblich braun), Holzkohlefitter, carbonatfrei;	
133/2	20-35	M	20-35	toniger Lehm, kaum Skelett, aber große Kalksteinbruchstücke auftauchend, schwach humos, 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), Holzkohlefitter, carbonatfrei;	II
133/3	35-50	Bt	35-50	toniger Lehm, einzelne Skelettanteile, humos, 7,5YR 5/8 (leuchtend braun), farblich heterogen, carbonatfrei;	III
133/4	50-60	Cv	50-60	schwach toniger Lehm, schwach skeletthaltig, mit Malmskalen, schwach humos, 7,5YR 6/6 (orange), carbonathaltige Matrix;	
n.b.		C	60+		IV

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = lokal umgelagertes Bt-Material (Kolluvium), III = Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde und Fließerde aus Lößlehm und Alloverwitterungslehm, IV = periglazial verlagerte Malmskalen bzw. Anstehendes?

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fs	S	gU	mU	fU	U	T						
1	M	5-20	Sp.	0,6	5,9	16,1	22,6	19,3	16,3	8,3	43,9	33,5	Lt2	5,5	0,0	1,3	2,2	
2	III	20-35	Sp.	0,5	3,3	15,2	19,0	19,0	15,4	6,1	40,5	40,5	Lt3	5,8	0,0	1,0	1,7	
3	III·Bt	35-50	Sp.	0,1	4,9	15,4	20,5	19,3	17,0	6,1	42,4	37,1	Lt3	6,7	0,0	0,6	1,0	
4	Cv	50-60	6,9	1,2	4,3	17,8	23,4	20,4	18,1	5,9	44,5	32,2	Lt2	7,2	7,2	0,6	1,0	

Profil-Nr.: 7137-134 (Frauenberg 34)
 Profilart: Hb
 Neigung: 5°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 23.11.94
 Höhe über NN: 400m
 Exposition: S

Lage: R: 4487840 - H: 5417220
 Reliefortyp: Mittelhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
134/1	0-20	Ap	0-25	sandig-lehmiger Schluff, kaum Skelette, stark humos, dunkelbraun, carbonatreich;	I
134/2	30-50	M	25-50	schluffiger Lehm, Malmkalke in der Skelettfraction, sehr schwach humos, braun, carbonatreich;	II
134/3	60-90	ICv	50-170	schluffiger Lehm bis toniger Schluff, Mollusken, carbonathaltige Gesteinsbruchstücke, gelblich braun, carbonatreich bis sehr carbonatreich, bei Untergrenze von 170cm treten verstärkt Gesteinsbruchstücke auf;	III
134/4	90-115				
134/5	150-170				
134/6	230-250	IBv-Cv	170-250	schluffiger Lehm, fast skelettfrei, braun, sehr schwach humos, carbonatreich;	IV

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = Kolluvium ? III = Würmlöß, nach unten hin zunehmend schluffiger werdend, möglicherweise umgelagert, IV = fossiler Bv-Horizont im Würmlöß (Mittelwürmlößboden?).

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-20	Sp.	1,0	6,1	21,6	28,7	23,3	24,6	10,7	58,6	12,7	Uls	7,1	11,2	3,8	6,5	
2	IIM	30-50	4,4	1,3	4,3	18,8	24,4	22,8	23,8	8,6	55,2	20,4	Lu	7,5	14,8	0,5	0,8	
3	IIICcv	60-90	1,0	1,9	3,2	16,6	21,7	25,6	25,4	8,6	59,6	18,8	Lu	7,6	18,7	0,2	0,4	
4		90-115	2,4	2,4	2,4	12,4	17,2	27,9	27,9	9,6	65,3	17,5	Ut4	7,7	20,3	0,2	0,3	
5		150-170	4,4	0,5	1,2	8,0	9,7	33,9	32,0	8,4	74,3	16,0	Ut3	7,7	31,9	0,1	0,2	
6	IVBv-Cv	230-250	Sp.	0,6	2,6	13,8	17,0	27,5	25,9	8,6	61,9	21,1	Lu	7,6	1,7	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7137-135 (Frauenberg 35)
 Profilart: Hb
 Neigung: 5°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 23.11.94
 Höhe über NN: 400m
 Exposition: S

Lage: R: 4487855 - H: 5417225
 Reliefortyp: Mittelhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
135/1	0-15	Ap	0-15	stark lehmiger Sand, kaum Skelett, stark humos, stark durchwurzelt, 10YR 3/4 (dunkelbraun), carbonatfrei;	I
135/2	15-40	M	15-40	stark lehmiger Sand, skelettfrei, sehr schwach humos, 7,5YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	
135/3	70-95	M?-fBv	40-150	stark sandiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, 7,5YR 5/8 (leuchtend braun), carbonatfrei;	II
135/4	130-150				
135/5	170-210	M?-fBv	150-240	sandiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos, 10YR 5/8 (gelblich braun), carbonatfrei bis carbonatarm;	III
135/6	210-240				
135/7	260-300	ICv	240-350	toniger Schluff bis schluffig-lehmiger Sand, 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), Molluskensplitter, carbonatreich, in 330-340cm Malmkalke mit eingelagert;	IV
135/8	315-340				
n.b.		C	350+	schluffiger Ton, 10YR 5/6 (gelblich braun);	V

Kurzinterpretation: I - III = Kolluvium, IV = Würmlöß, V = Verwitterungslehm.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-15	Sp.	0,3	18,7	39,6	58,6	9,0	10,4	6,7	26,0	15,4	Sl4	5,3	0,0	2,6	4,5	
2	M	15-40	0,0	0,2	18,8	43,5	62,5	8,2	8,0	4,9	21,2	16,3	Sl4	6,2	0,0	0,5	0,8	
3	IIM?-fBv	70-95	0,0	0,3	21,2	38,0	59,5	8,8	7,6	3,5	20,0	20,5	Ls4	6,3	0,0	0,2	0,4	
4		130-150	0,0	0,1	17,7	41,2	58,9	10,1	7,8	3,4	21,4	19,7	Ls4	6,6	0,0	0,1	0,2	
5	IIM?-fBv	170-210	0,0	0,1	12,4	35,5	48,0	13,9	11,7	5,0	30,5	21,4	Ls3	6,6	0,0	0,2	0,3	
6		210-240	0,0	0,1	12,6	39,4	52,0	13,6	11,0	4,8	29,4	18,5	Ls3	6,6	1,2	0,2	0,4	
7	IVICv	260-300	Sp.	0,2	6,9	26,1	33,2	23,1	20,3	7,2	50,6	16,2	Ut3	7,7	21,0	0,2	0,3	
8		315-340	Sp.	0,3	8,6	27,6	36,4	22,7	19,6	7,1	49,4	14,1	Slu	7,8	24,9	0,1	0,2	

410 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7137-136 (Frauenberg 36)
 Profilart: Hb
 Neigung: 5°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 23.11.94
 Höhe über NN: 400m
 Exposition: S

Lage: R: 4487865 - H: 5417225
 Reliefformtyp: Mittelhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
136/1	0-15	Ap	0-15	stark lehmiger Sand, skelettfrei, humos, 10YR 3/3 (dunkelbraun), stark durchwurzelt, carbonatfrei;	I
136/2	15-50	M	15-90	stark lehmiger Sand, skelettfrei, sehr schwach humos, 7,5YR 4/6 (braun) bis 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), Humusinfiltrationen, Holzkohlefitter, carbonatfrei;	
136/3	50-90				
136/4	90-115	M?>fBv	90-145	stark lehmiger Sand, skelettfrei, sehr schwach humos, einzelne Pseudovergleyungsmerkmale, 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatfrei;	II
136/5	130-145				
136/6	145-180	M?>fBv	145-220	stark sandiger Lehm, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	III
136/7	200-220				
136/8	220-230	ICcv	220-245	schluffiger Lehm bis schluffig-lehmiger Sand, Molluskensplitter, einzelne carbonathaltige Skelette im unteren Bereich, carbonatreich;	IV
136/9	230-245				
n.b.		C	245+	Steinschle (Malmkalke)	V

Kurzinterpretation: I - III = Kolluvium, IV = Wümlöß, V = periglazial verlagerte Malmkalke od. anstehender Malmkalk.

Bodenganalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-15	Sp.	0,4	18,8	44,1	63,4	9,3	9,3	4,4	22,9	13,7	Sl4	6,3	0,0	1,9	3,3	
2	M	15-50	Sp.	0,2	21,4	46,1	67,8	7,9	6,7	3,7	18,3	14,0	Sl4	7,0	0,0	0,6	1,0	
3		50-90	Sp.	0,2	21,9	48,0	70,1	7,0	6,1	4,0	17,0	12,9	Sl4	6,9	0,0	0,1	0,2	
4	IIIM?>fBv	90-115	Sp.	0,1	18,4	41,4	60,0	8,1	7,0	3,0	18,1	21,9	Ls4	6,9	0,0	0,1	0,2	
5		130-145	Sp.	0,1	17,0	42,1	59,2	5,6	9,3	3,2	18,0	22,8	Ls4	6,9	0,0	0,0	0,1	
6	IIIM?>fBv	145-180	Sp.	0,1	15,6	43,3	58,9	11,2	8,4	3,5	23,1	18,0	Ls4	6,9	0,0	0,1	0,1	
7		200-220	Sp.	0,0	13,4	41,8	55,2	12,4	10,7	4,7	27,8	17,0	Ls4	6,9	0,0	0,1	0,2	
8	IVICcv	220-230	Sp.	0,2	8,7	33,0	41,9	19,4	15,9	6,2	41,5	16,6	Slu	7,6	18,1	0,1	0,2	
9		230-245	1,0	1,3	5,0	20,1	26,4	27,8	20,2	6,0	54,1	19,5	Lu	7,7	25,9	0,1	0,2	

Profil-Nr.: 7137-137 (Frauenberg 37)
 Profilart: Hb
 Neigung: 5°
 Bodentyp:

Aufnahmedatum: 23.11.94
 Höhe über NN: 400m
 Exposition: S

Lage: R: 4487875 - H: 5417225
 Reliefformtyp: Mittelhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/Umlagerungsphase
137/1	0-25	Ap	0-25	sandiger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, humos, 7,5YR 4/3 (braun), carbonatfrei;	I
137/2	25-40	M	25-80	stark sandiger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, schwach humos bis sehr schwach humos, 7,5YR 4/6 bis 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), carbonatfrei;	
137/3	40-75				
137/4	80-100	M?>fBv	80-120	schwach toniger Lehm bis schluffiger Lehm, sehr schwach humos, 7,5YR 7/8 (gelborange) bis 7,5YR 7/6 (orange), carbonatfrei;	II
137/5	100-120				
n.b.		C	120+	Steinlage	III

Kurzinterpretation: I, II = Kolluvium, III = periglazial verlagerte Malmkalke od. anstehender Malmkalk.

Bodenganalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-25	1,3	0,4	15,5	33,6	49,5	13,5	13,0	6,0	32,6	17,9	Ls3	6,0	0,0	1,6	2,7	
2	M	25-40	Sp.	0,7	17,3	35,7	53,7	11,5	10,0	4,8	26,3	20,0	Ls4	6,5	0,0	0,6	1,1	
3		40-75	1,0	0,6	19,2	37,8	57,6	9,4	8,7	4,5	22,6	19,8	Ls4	6,5	0,0	0,3	0,5	
4	IIIM?>fBv	80-100	Sp.	0,2	7,0	17,9	25,1	20,1	19,1	6,9	46,1	28,8	Lt2	6,5	0,0	0,2	0,3	
5		100-120	7,7	0,8	4,9	14,9	20,6	23,5	20,3	7,4	51,2	28,2	Lu	7,0	0,0	0,2	0,4	

Profil-Nr.: 7137-138 (Frauenberg 38)
 Profilart: Hb
 Neigung: 8°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 23.11.94
 Höhe über NN: 398m
 Exposition: SE

Lage: R: 4487850 - H: 5417170
 Reliefortyp: unterer Mittelhang
 Nutzung: Acker

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
138/1	0-25	Ap	0-30	stark lehmiger Sand, sehr schwach skeletthalig, humos, durchwurzelt, 7,5YR 4/3 (braun), carbonatfrei	I
138/2	30-70	M	30-70	lehmiger Sand, sehr schwach skeletthalig, sehr schwach humos, 7,5YR 4/6 (braun), carbonatfrei, scharf abgegrenzt vom Ap-Horizont;	II
138/3	70-120	M	70-160	stark lehmiger Sand, sehr schwach skeletthalig, sehr schwach humos 7,5YR 4/4 (braun), carbonatfrei,	III
138/4	120-160	M ² -fBv	160-205	stark lehmiger Sand, skelettfrei, sehr schwach humos, 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	IV
138/5	175-205			stark sandiger Lehm, skelettfrei, sehr schwach humos 7,5YR 4/6 (braun) bis 10YR 4/6 (braun), carbonatfrei; einige Stauwassermerkmale in Form dunkler Manganflecken, gefleckt;	V
138/6	215-230	M ² -fBv-S	105-245	sandiger bis stark sandiger Lehm, fast skelettfrei, sehr schwach humos 7,5YR 5/8 (leuchtend braun) und 7,5YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	VI
138/7	230-245	M ² -fBv	245-320	schwach sandiger Löß, mit Kalksteinen in der Matrix, sehr schwach humos 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), carbonatreich, Molluskensplinter;	VII
138/8	245-260			schwach sandiger Löß, mit Kalksteinen in der Matrix, sehr schwach humos 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), carbonatreich, Molluskensplinter;	VII
138/9	280-320	ICcv	320-350+		
138/10	320-350				

Kurzinterpretation: I - VI = Kolluvien, VII = Sandlöß, solifluidal verzogen.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				G e w. %														
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-25	Sp.	1,2	19,6	35,3	56,0	12,8	9,4	5,3	27,6	16,4	S14	6,6	0,0	1,2	2,0	
2	IIIM	30-70	Sp.	1,3	30,2	40,5	71,9	7,7	6,1	3,2	16,9	11,2	S13	6,5	0,0	0,3	0,4	
3	IIIM	70-120	1,5	0,7	18,7	40,8	60,2	11,6	10,0	4,3	26,0	13,8	S14	6,6	0,0	0,3	0,4	
4		120-160	Sp.	0,7	17,6	37,8	56,2	12,0	11,0	5,8	28,8	15,0	S14	6,7	0,0	0,2	0,3	
5	I VM ² -fBv	175-205	0,0	0,4	21,3	43,6	65,3	8,6	8,1	4,4	21,1	13,6	S14	6,7	0,0	0,1	0,2	
6	VM ² -fBv-S	215-230	0,0	0,4	19,4	37,6	57,4	7,6	8,7	4,4	20,8	21,8	LS4	6,7	0,0	0,1	0,1	
7		230-245	0,0	0,3	17,5	37,6	55,4	9,5	10,5	4,1	24,0	20,6	LS4	6,6	0,0	0,0	0,1	
8	VIM ² -fBv	245-260	Sp.	0,4	27,8	38,4	66,7	7,1	6,5	2,2	15,9	17,5	LS4	6,6	0,0	0,0	0,1	
9		280-320	Sp.	0,1	12,2	32,7	45,1	17,8	14,0	4,7	36,5	18,4	LS3	7,2	0,0	0,1	0,2	
10	VIII Ccv	320-350	2,7	0,8	11,0	27,7	39,6	21,4	17,0	6,6	44,9	15,5	LS2	7,7	11,6	0,1	0,2	

9.1.9.5 Profile aus einem Waldbestand zwischen Wall 3 und Wall 4

Profil-Nr.: 7136-128 (Frauenberg 28)
 Profilart: Hb
 Neigung: 4°
 Bodentyp: Braunerde (schwach entwickelt)

Aufnahmedatum: 22.11.94
 Höhe über NN: 422m
 Exposition: S

Lage: R: 4487710 - H: 5417330
 Reliefortyp: Mittelhang
 Nutzung: Laubmischwald

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ah	0-10	sandiger Lehm, ehemaliger Ap-Horizont, skelettfrei, stark humos, 10YR 2/3 (bräunlich schwarz), carbonatfrei;	I
Bv	10-15	schluffiger Lehm, einzelne Skelette, schwach humos, 10YR 5/4 (matt gelblich braun), carbonatfrei;	II
C	15-30	schluffiger Ton, carbonathaltige Gesteinsbruchstücke, die in einer Steinlage in 30cm Tiefe aufgehen, 10YR 4/4 (braun), carbonatfreie Matrix;	

Kurzinterpretation: I = rezente Bodenbildung, II = Abverwitterungslehm mit periglazial verlagerten Malmkalken.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7136-129 (Frauenberg 29)
 Profilart: Hb
 Neigung: 5°
 Bodentyp: (Para)-Rendzina

Aufnahmedatum: 22.11.94
 Höhe über NN: 417m
 Exposition: S

Lage: R: 4487720 - H: 5417310
 Reliefortyp: Mittelhang
 Nutzung: Laubmischwald

Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ah	0-10	sandiger Lehm, ehemaliger Ap-Horizont, skelettfrei, stark humos, bräunlich schwarz, carbonatfrei;	I
C	10-30	schluffiger Ton, carbonathaltige Gesteinsbruchstücke, die in einer Steinlage in 30cm Tiefe aufgehen, 10YR 4/4 (braun) carbonatfreie Matrix;	II

Kurzinterpretation: I = rezente Bodenbildung, II = Abverwitterungslehm mit periglazial verlagerten Malmkalken.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

412 9 Dokumentation

Profil-Nr.: 7136-130 (Frauenberg 30)
 Profilart: Hb
 Neigung: 5°
 Bodentyp: Braunerde (schwach entwickelt)

Aufnahmedatum: 22.11.94
 Höhe über NN: 412m
 Exposition: S

Lage: R: 4487730 - H: 5417300
 Reliefformtyp: Mittelhang
 Nutzung: Laubmischwald

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ah	0-10	sandiger Lehm, ehemaliger Ap-Horizont, skelettfrei, stark humos, bräunlich schwarz, carbonatfrei;	I
Bv	10-30	schluffiger Lehm, einzelne Skelette, schwach humos, braun, carbonatfrei;	
C	15-30	schluffiger Ton, carbonathaltige Gesteinsbruchstücke, die in einer Steinlage in 30cm Tiefe aufgehen, braun, carbonatfreie Matrix;	II

Kurzinterpretation: I = rezente Bodenbildung, II = Albverwitterungslehm mit periglazial verlagerten Malmkalken.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

Profil-Nr.: 7136-131 (Frauenberg 31)
 Profilart: Hb
 Neigung: 5°
 Bodentyp: Phäno-Parabraunerde

Aufnahmedatum: 21.11.94
 Höhe über NN: 412m
 Exposition: S

Lage: R: 4487740 - H: 5417280
 Reliefformtyp: Mittelhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
n.b.		Ah	0-5	sandiger Lehm, krümelig, sehr stark humos, 10YR 2/2 (bräunlich schwarz), carbonatfrei;	I
131/1	5-10	Al	5-10	schwach sandiger Lehm, kaum Skelett, schwach humos, 10YR 6/4 (matt gelblich orange), carbonatfrei;	
131/2	10-20	Al+Bt	10-20	schwach toniger Lehm, sehr schwach humos, 10YR 6/4 (matt gelblich orange) bis 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), carbonatfrei, an Untergrenze kleine Steinlage angedeutet;	
131/3	25-40	Bt	20-50	toniger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, sehr schwach humos, 7,5YR 4/6 (braun) bis 10YR 5/6 (gelblich braun), carbonatfrei;	II
131/4	50-60	C	50-60	schwach schluffiger Ton, sehr schwach skeletthaltig (einige kleinere Malmkalkbruchstücke), carbonatfrei;	III
n.b.		C	60+	Steinsohle;	IV

Kurzinterpretation: I = Kolluvium, II = Bt-Horizont der holozänen Parabraunerde (mit Albverwitterungslehm), III = Albverwitterungslehm, solifluidal verlagert, IV = periglazial verlagerte Malmkalken.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gÜ	mU	fU	U	T						
1	Al	5-10	2,0	0,8	11,4	28,1	40,3	18,1	16,7	7,6	42,4	17,3	LS2	3,7	0,0	1,1	1,8	
2	Al+Bt	10-20	Sp.	1,0	9,2	22,1	32,4	16,5	14,8	7,9	39,2	28,4	Lt2	4,1	0,0	0,4	0,8	
3	HtBt	25-40	1,2	0,5	6,8	16,5	23,8	15,0	12,0	6,4	33,4	42,8	Lt3	4,5	0,0	0,4	0,8	
4	HtC	50-60	Sp.	0,6	5,0	11,8	17,3	16,7	13,4	5,9	36,0	46,7	Tu2	6,6	0,0	0,5	0,8	

Profil-Nr.: 7136-132 (Frauenberg 32)
 Profilart: Hb
 Neigung: 3°
 Bodentyp: stark erodierte Parabraunerde

Aufnahmedatum: 22.11.94
 Höhe über NN: 407m
 Exposition: S

Lage: R: 4487750 - H: 5417260
 Reliefformtyp: Mittelhang
 Nutzung: Laubmischwald

Horizont	Horizonttiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
Ah	0-5	sandiger Lehm, ehemaliger Ap-Horizont, skelettfrei, stark humos, bräunlich schwarz, carbonatfrei;	I
Bt	5-35	toniger Lehm, sehr schwach skeletthaltig, sehr schwach humos, braun, carbonatfrei;	
C	35-60+	schluffiger Ton, carbonathaltige Gesteinsbruchstücke, die in einer Steinlage in 60cm Tiefe aufgehen, braun, carbonatfreie Matrix;	II

Kurzinterpretation: I = rezente Bodenbildung, II = Albverwitterungslehm mit periglazial verlagerten Malmkalken.

keine bodenanalytischen Standardwerte vorliegend

9.1.9.6 Frauenberg - Profile am Südhang

Profil-Nr.: 7136-139 (Frauenberg 39) Aufnahmedatum: 28.09.95 Lage: R: 4487320 - H: 5417210
 Profilart: A Höhe über NN: 370m Reliefformtyp: Mittelhang
 Neigung: 7° Exposition: S Nutzung: Grünland
 Bodentyp: Kolluvisol

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
139/1	0-20	Ap	0-20	schwach toniger Lehm, kiesig, Ziegel, 10YR 3/3 (dunkelbraun), schwach humos, carbonatfrei;	I
139/2	30-50	M	20-110	schwach bis stark toniger Lehm, sehr schwach bis schwach skeletthaltig, dabei unterschiedliche Skelette auftretend, teilweise Kalksteinbruchstücke, teilweise reine Quarzkiese, sehr schwach humos, 10YR 4/4 (braun) bis 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), carbonatfrei;	II
139/3	60-80				
139/4	80-100				
139/5	110-130	fBt	110-130	lehmgiger Ton, skeletthaltig, mit unterschiedlichen Skeletten, teilweise Kalkbruchstücke, teilweise Quarzkiese, sehr schwach humos, Toncutane erkennbar, 7,5YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	III
139/6	130-150	fBt-T	130-150	sandig-toniger Lehm, skeletthaltig, mit wiederum unterschiedlichen Skelettanteilen, sehr schwach humos, 7,5YR 5/6 (leuchtend braun), carbonatfrei;	IV
139/7	150-160	Cv	150-160	stark sandiger Ton, sehr schwach skeletthaltig, sehr schwach humos, 7,5YR 5/8 (leuchtend braun), carbonatfrei;	V
139/8	170-190	T	160-190+	reiner Ton, skeletthaltig (Malmkalke), sehr schwach humos, 2,5Y 7/4 (hellgelb) bis 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), carbonatreich*;	VI

Kurzinterpretation: I, II = Kolluvien, III = Bt-Horizont aus Lößlehmfließerde mit eingemengten Abverwitterungslehm, IV = als Fließerde verlagertes Terra-fusca-Material, V = Spülsediment/Fließerde, VI = als Fließerde verlagertes Kalksteinverwitterungslehm.

Bodenanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
1	Ap	0-20	30,5	2,3	11,2	27,2	40,7	13,0	13,2	7,4	33,6	25,7	Lt2	7,3	0,0	0,8	1,4	
2	HM	30-50	1,9	1,0	10,3	26,2	37,5	16,9	14,0	5,8	36,7	25,7	Lt2	7,4	0,0	0,4	0,6	
3		60-80	5,0	1,5	10,1	25,9	37,5	17,7	14,6	5,6	37,8	24,6	Lt3	7,4	0,0	0,2	0,3	
4	III fBt	80-100	4,2	1,0	7,9	25,1	34,0	17,5	14,4	5,6	37,5	28,5	Lt4	7,3	0,0	0,2	0,3	
5		110-130	32,1	4,0	5,9	15,6	25,6	13,8	11,1	3,3	28,2	46,2	Tt	7,3	0,0	0,1	0,2	
6	IV fBt-T	130-150	36,1	3,3	12,9	22,4	38,6	8,7	6,0	3,5	18,3	43,2	Lts	7,3	0,0	0,1	0,2	
7	VCv	150-160	1,5	0,2	25,8	40,7	66,7	4,5	0,9	1,4	6,8	26,4	Ts4	7,4	0,0	0,0	0,1	
8	VIT	170-190	19,1	3,9	4,1	6,3	14,3	5,2	5,2	5,6	16,0	69,7	Tt	7,6	12,0*	0,1	0,1	

*Carbonatgehalt stammt aus Gesteinsanalyse

Sequentielle Extraktion der pedogenen Oxide

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Sequentielle Extraktion von pedogenem Eisen, Aluminium und Mangan										Gesamtgehalt		
			Pyrophosphat (p)		Oxalat (o)		Dithionit (d)		% Fe	% Al	% Mn				
			% Fe p	% Al p	% Mn p	% Fe o	% Al o	% Mn o	% Fe d	% Al d	% Mn d	% Fe	% Al	% Mn	
1	Ap	0-20	0,01	0,01	0,004	0,09	0,07	0,046	0,71	0,09	0,005	0,81	0,17	0,055	
2	HM	30-50	0,01	0,02	0,000	0,11	0,07	0,043	0,73	0,09	0,003	0,85	0,18	0,046	
3		60-80	0,02	0,03	0,000	0,11	0,07	0,038	0,68	0,09	0,004	0,80	0,19	0,042	
4	III fBt	80-100	0,02	0,04	0,001	0,09	0,07	0,036	1,18	0,11	0,006	1,28	0,22	0,042	
5		110-130	0,02	0,04	0,000	0,09	0,13	0,020	1,76	0,19	0,013	1,87	0,36	0,033	
6	IV fBt-T	130-150	0,03	0,05	0,001	0,10	0,11	0,049	1,76	0,18	0,012	1,89	0,34	0,061	
7	VCv	150-160	0,01	0,03	0,000	0,05	0,07	0,014	0,88	0,11	0,001	0,94	0,22	0,015	
8	VIT	170-190	0,01	0,03	0,000	0,02	0,08	0,001	1,03	0,08	0,000	1,06	0,18	0,001	

Profil-Nr.: 7136-140 (Frauenberg 40) Aufnahmedatum: 28.09.95 Lage: R: 4487330 - H: 5417215
 Profilart: A Höhe über NN: 370m Reliefformtyp: Mittelhang
 Neigung: 7° Exposition: S Nutzung: Grünland
 Bodentyp: erosiv stark verkürzte Parabraunerde, kolluvial überlagert

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
n.b.		Ap	0-20		I
140/1	30-50	fBt	20-70	toniger Lehm, schwach skeletthaltig, sehr schwach humos, 7,5YR 4/6 (braun), carbonatfrei;	II
140/2	70-90	ICv	70-100	schluffiger Lehm, schwach skeletthaltig (kleinere Bruchstücke von Malmkalke), sehr schwach humos, 10YR 6/6 (leuchtend gelblich braun), sehr carbonatreich, Mollusken;	III?
140/3	130-150	T	100-250	reiner Ton, nur vereinzelt Malmkalkbruchstücke, sehr schwach humos, 2,5Y 6/6 (leuchtend gelblich braun), carbonatarm;	IV
140/4	250-270	Cv	250-270	schwach toniger Sand, skelettfrei, sehr schwach humos, 5Y /72 (hellgrau), carbonatfrei;	V
n.b.		T	270+		VI

9.1.9.9 Frauenberg - Klostergarten

Profil-Nr.: 7136-401 (Klostergarten 1)
 Profilart: A
 Neigung: 4°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 01.07.97
 Höhe über NN: 365m
 Exposition: WNW

Lage: R: 4487070 - H: 5417800
 Relieförmtyp: Unterhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
401/1	0-20	rAp	0-30	sandiger Lehm, 10YR 3/1(bräunlich schwarz), stark humos, mittel skeletthaltig, carbonathaltig, v.a. aus Abrieb umgelagerter Kalksteine;	I
401/2	20-30				
401/3	30-50	M	30-65	toniger Lehm, 10YR 3/1 (bräunlich schwarz), humos, mittel skeletthaltig, vorgeschichtliche Keramik, carbonatfrei;	II
401/4	50-65				
401/5	65-75	M	65-90	toniger Lehm, 10YR 2/1 (schwarz), humos, mittel skeletthaltig, vorgeschichtliche Keramik, carbonathaltig, v.a. aus Abrieb umgelagerter Kalksteine;	III
401/6	75-90				
401/7	90-100	M	90-115	toniger Lehm, 5YR 2,5/1 (bräunlich schwarz), humos, mittel skeletthaltig, vorgeschichtliche Keramik, carbonatarm;	IV
401/8	100-115				

Kurzinterpretation: I = ehemaliger Ap-Horizont, II - IV = postmittelalterliche Kolluvien.

Bodnanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)	C (%)	org. S (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						
401/1	rAp	0-20	15,0	5,7	18,1	19,8	43,6	14,7	12,3	7,0	34,1	22,3	Ls3	6,9	6,7	3,5	6,0	
401/2		20-30	17,1	5,4	17,0	20,3	42,7	13,3	13,8	7,1	34,2	23,1	Ls3	6,9	9,3	3,3	5,7	
401/3	IIM	30-50	11,8	2,5	14,2	20,7	37,4	15,3	11,4	7,2	33,9	28,8	Lt2	7,0	0,0	1,8	3,1	
401/4		50-65	10,3	0,2	7,8	18,9	26,9	17,9	16,0	7,8	41,7	31,4	Lt2	7,0	0,0	1,4	2,4	
401/5	IIIM	65-75	16,7	2,5	7,6	18,9	19,1	19,3	14,6	10,9	44,8	26,1	Lt2	7,1	3,2	1,4	2,3	
401/6		75-90	7,1	3,5	7,8	19,8	31,1	16,2	14,9	6,6	37,7	31,2	Lt2	7,1	5,1	1,9	3,2	
401/7	IIVM	90-100	12,3	1,4	7,4	22,6	31,4	17,4	12,2	7,2	36,8	31,8	Lt2	7,2	0,0	1,9	3,2	
401/8		100-115	20,1	1,9	7,3	22,8	32,0	15,6	13,5	7,0	36,1	31,9	Lt2	7,2	1,7	1,9	3,2	

Profil-Nr.: 7136-402 (Klostergarten 2)
 Profilart: A
 Neigung: 3°
 Bodentyp: Kolluvisol

Aufnahmedatum: 22.07.97
 Höhe über NN: 364m
 Exposition: WNW

Lage: R: 4487060 - H: 5417795
 Relieförmtyp: Unterhang
 Nutzung: Grünland

Oberfläche stellt hier eine anthropogen aufgebraachte Schicht aus Plattenkalke dar.

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung	Schichtung/ Umlagerungsphase
402/1	0-10	M	0-20	toniger Lehm, 10YR 2/1 bis 5YR 3/1 (schwarz bis bräunlich schwarz), humos, carbonathaltiges Skelett, schwach skeletthaltig.	I
402/2	10-20				
402/3	30-40	M	30-50	toniger Lehm, 5YR 3/1 (bräunlich schwarz), humos, carbonathaltiges Skelett, schwach skeletthaltig.	II
402/4	50-60	M	50-60	toniger Lehm, 5YR 3/1 (bräunlich schwarz), humos, carbonatarm, schwach skeletthaltig.	III
402/5	65-75	M	60-80	toniger Lehm, 5YR 3/1 (bräunlich schwarz), humos, carbonatarm, schwach skeletthaltig.	IV
402/6	85-95	ICv	80-100	toniger Lehm, 5YR 3/1 (bräunlich schwarz), humos, carbonatarm, stark skeletthaltig (Malmkalke);	V

Kurzinterpretation: I - IV = postmittelalterliche Kolluvien, V = kolluvial kleinräumig umgelagerter Solifluktionsschutt.

Bodnanalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T			
402/1	M	0-10	4,3	2,2	5,9	17,1	25,2	19,2	15,4	7,9	42,5	32,3	Lt2	7,1	
402/2		10-20	2,1	1,2	6,4	18,9	26,5	18,1	14,4	8,2	40,7	32,8	Lt2	7,0	
402/3	IIM	30-40	6,1	1,2	8,8	21,0	31,1	17,6	12,6	8,0	38,2	30,7	Lt2	7,1	
402/4	IIIM	50-60	5,7	2,0	8,7	19,8	30,4	15,6	14,1	7,6	37,4	32,2	Lt2	7,3	
402/5	IIVM	65-75	7,4	1,4	6,9	20,6	28,9	17,6	13,5	7,5	38,6	32,5	Lt2	7,3	
402/6	VCv	85-95	40,0	1,9	7,4	20,4	29,7	16,3	12,5	8,4	37,2	33,1	Lt2	7,2	

416 9: Dokumentation

Profil-Nr.: 7136-403 (Klostergarten 3)
 Profilart: A
 Neigung: 3°
 Bodentyp: -

Aufnahmedatum: 22.07.97
 Höhe über NN: 364m
 Exposition: WNW

Lage: R: 4487060 - H: 5417785
 Reliefformtyp: Unterhang
 Nutzung: Grünland

Proben-Nr.	Proben-tiefe in cm	Horizont	Horizont-tiefe in cm	Beschreibung
403/1	--	ICcv	--	stark lehmiger (Fein)-Sand, 2,5Y 5/4 (gelblich braun), extrem carbonatreich;

Kurzinterpretation: sandiger Würmlöß (Sandlöß).

Bodenganalytische Standardwerte:

Probe	Horizont	Proben-tiefe (in cm)	Skelett (Gew.-%)	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 (%)
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T				
403/1	ICcv	--	0,0	0,6	4,6	43,3	48,5	22,9	10,2	5,7	38,8	12,8	SI4	7,6	52,1	

9.2 Tabellenanhang

Autor/ Autorin	Unter- suchungs- gebiet(e)	Methodik/Datierung	Ergebnisse
Abraham de Vazquez et al. (1985)	Einzugsgebiet des Ellernbaches östl. von Bamberg	morphographische Übersichtskartierung, bodenkundliche Profilaufnahme; stratigraphische Ansprache, relativ junges Alter wird erklärt über fortgeschrittene Bodenbildung im Liegenden des Kolluviums.	Expositions differenzierung der Abtragung (höhere Abtragungsbeträge an südexponierten Hängen), vorwiegend 400-1100 AD und 1300-1700 AD, möglicherweise auch älter (insgesamt „jüngeres Holozän“), flächenhafte jungholozäne Tieferlegung im Einzugsgebiet: 0,2m.
Bakels & Modderman (1986)	Kelheim/ Niederbayern	bodenkundlich, ¹⁴ C.	45 cm mächtiges Kolluvium älter als 2730±90BP (Hallstattzeit und älter, Wende Bronze-/Eisenzeit), örtlich auch Umlagerungen im Neolithikum.
Behrends (1995)	Südlicher Kraichgau	archäologische Beobachtungen, stratigraphische Überlegungen.	Vorgeschichtliche Bodenerosion allgemein mit einem Maximum im Neolithikum (Michelsberger Kultur).
Bibus (1989)	Neckar-Enz-Gebiet	bodenkundliche Profilaufnahme, Datierung des Kolluviums über Keramik.	urnenfelder- bis hallstattzeitliches Kolluvium.
Bleich (1995)	Kraichgau	bodenkundlich-archäologisch, Datierung über Keramik.	urnenfelderzeitliches Kolluvium bei Schweiberdingen, fast flächenhaft auftretende vorgeschichtliche Kolluvien, die nicht genau datiert sind.
Bleich & Papenfuß (1996)	Kraichgau	bodenkundlich, tonmineralogisch, Gesamtgehalte der Elemente, ¹⁴ C-Datierung.	altneolithische Kolluvien (7890±80BP), entspricht dem Beginn der Rodung, summarisch starke neolithisch-bronzezeitliche Bodenerosion mit nur geringem jüngeren Anteil.
Bolt et al. (1980)	Südliches Limburg (Niederlande)	bodenkundlich, mikromorphologisch, relative Altersabschätzung über Intensität der Pedogenese.	römerzeitliches (?) bis frühmittelalterliches Kolluvium.
Bork (1983)	Harzvorland	bodenkundlich, stratigraphisch, teilweise archäologische Datierung.	lokale neolithische Umlagerungen mit flächenhafter Abtragung der obersten cm von Schwarzerden, verbreitete bronze- bis römerzeitliche Kolluvien, humusärmer als die neolithischen; Intensitätsauslese bei älteren Kolluvien wirksam.
Brunnacker (1958)	Bayern	bodenkundlich, stratigraphisch, teilweise archäologische Datierung.	Maximum der Kolluvien liegt in der Phase der ersten Rodung, diese ist von Ort zu Ort verschieden, beispielsweise neolithisches Kolluvium bei Moosinning, urnenfelderzeitliche Kolluvien im niederbayerischen Dugau. Darüber hinaus Reaktivierung von Flugsanden in Nordbayern in der Bronze- bis Hallstattzeit.
Brunnacker (1960)	Bayern	bodenkundlich, stratigraphisch, teilweise archäologische Datierung.	Vorgeschichtliche Bodenerosion allgemein, besondere Steigerungsphasen in der Latènezeit.
Brunnacker et al. (1976)	Südbayern (Reichenhaller Becken)	sedimentologisch-bodenkundlich, stratigraphisch, mit archäologischen Hinweisen.	Bronzezeitliche Schwemmfächerbildung in Randbereichen des Reichenhaller Beckens und des Saalachtals.

Tab. 6: Zusammenstellung ausgewählter Beispiele zur vorgeschichtlichen Bodenerosion in Mitteleuropa mit einem Schwerpunkt auf dem deutschsprachigen Raum.

Autor/ Autorin	Unter- suchungs- gebiet(e)	Methodik/Datierung	Ergebnisse
Clemens & Stahr (1994)	Kraichgau	bodenkundlich, Trennung älterer und jüngerer Kolluvien über Schwermetallgehalte.	insgesamt vergleichsweise geringe Bedeutung vorzeitlicher Bodenerosion (keine weitere zeitliche Eingrenzung wird vorgenommen, keine dezidierten Hinweise auf vorgeschichtliche Kolluvienbildung)
Dieck- mann (1995)	Hegau	archäologisch mit stratigraphischen Überlegungen.	Hilzingen „Forsterbahn“: Beginn der Bodenerosion spätestens im Mittelneolithikum, Hilzingen „Unter Schoren“: Beginn postmittelbronzezeitlich, aber nicht genau datierbar, z.T. Reliefveränderungen belegt, in den letzten 2000 Jahren (nicht genauer datiert) flächenhafter Abtrag bis zu einem Meter nachweisbar.
Eissmann (1975)	Saale-Elbe- Gebiet (Leipziger Tieflands- bucht)	bodenkundlich, sedimentologisch.	im Hügelland subboreale Entstehung von 1,5m mächtigen Schluffen, die den Siedlungsbeginn (1. Rodungsphase) andeuten.
Engel- hardt (1994)	Isartal bei Landshut (Ergolding)	archäologisch mit stratigraphischen Überlegungen.	neolithische Kolluvien, kaum Sedimentation und Ablagerung in den letzten 4000 Jahren.
Giessübel (1977)	südliches Taunusvorland	bodenkundlich, ¹⁴ C-Datierung.	altneolithisches Kolluvium (¹⁴ C-Alter: 6970±100 BP), ursprünglich (nach Saile 1993: 192) als tektonisch bedingt interpretiert, von Semmel jedoch als Ackerkolluvium angesprochen (vgl. Saile 1993: 196). Darüber hinaus kommen Kolluvien unterschiedlichen Altes vor: altneolithische Kolluvien (¹⁴ C-Alter: 6230±100), spätbronzezeitliche Umlagerungen (¹⁴ C- Alter: 3180±70), eisenzeitliche Kolluvien (¹⁴ C-Alter: 2450±70).
Hempel (1956)	Leinetal	bodenkundlich.	Ablagerungen in Hangfußbereichen mit Beginn in der Bronzezeit (Äquivalent zum Älteren Auenlehm).
Huckriede (1971)	Rhüнден (Hessen, hessisches Bergland)	bodenkundlich, floristisch, faunistisch, ¹⁴ C-Datierung.	Wahrscheinlich eisenzeitlich, möglicherweise auch römerzeitlich „umgelagerter Löß“ in der Umgebung einer eisenzeitlichen Höhensiedlung (¹⁴ C-Alter: 2070±450BP).
Jäger & Lozek (1978b)	Böhmen und Nach- bargebiete (Zusammen- fassung)	archäologisch, stratigraphisch, bodenkundlich.	Vermehrter Bodenabtrag in der Urnenfelderbronzezeit, bes. in neu erschlossenen Siedlungsarealen.
Lang & Wagner (1996)	Kraichgau	archäologisch, OSL-Datierung.	Neolithische (IRSL-Alter 7.5±1.3ka, 5.3±0.9ka) und eisen- bis römerzeitliche (IRSL-Alter 2.6±0.5ka, 2.1±0.3ka, 1.9±0.4ka) Kolluvien im Umfeld einer Siedlung („Bruchsal-Aue“) mit mehreren neolithischen Nutzungsphasen.
Litt (1986)	circum- hercyner Raum (Weinberg bei Unseburg)	archäologisch.	dreigliedriges Kolluvium mit vorgeschichtlichen Funden, keine genauere Datierung möglich, Datierung erfolgt über Boden-Sediment-Abfolgen im Auenbereich (vgl. Litt et al. 1987).
Lozek (1976)	Mitteleuropa (zusammen- fassende Darstellung, Schwerpunkt Böhmen und Slowakei)	bodenkundlich-stratigraphisch.	in den mitteleuropäischen Lößlandschaften: Beginn des Bodenabtrages um ca. 5000 BC (cal) (=Neolithikum), bis zum Beginn der Bronzezeit mäßig starke, lokal begrenzte Ablagerungsvorgänge, ab Ende der Bronzezeit erhöhte Abtragungsbeträge, in Abschnitten des Subatlantikums wieder zurückgehend.

Tab. 6 (Fortsetzung): Zusammenstellung ausgewählter Beispiele zur vorgeschichtlichen Bodenerosion in Mitteleuropa mit einem Schwerpunkt auf dem deutschsprachigen Raum.

Autor/ Autorin	Unter- suchungs- gebiet(e)	Methodik/Datierung	Ergebnisse
Lüning et al. (1971)	Mittelheintal (Fundstelle Kärlich)	stratigraphisch, archäologisch, bodenkundlich.	Sedimente in Beziehung zu den Landschaftsformen (Dellen) gesetzt, mit allg. Tendenz einer seitlichen Dellenverfüllung unter Verflachung von Dellenschulter und Dellenboden. Mehrmaliger Zyklus von Kolluvienbildung und Pedogenese mit Beginn im Neolithikum. Kräftige Ausräumungsphase an der Wende Bronze-/Eisenzeit.
Mücher (1986) ⁱⁱⁱ	Limburg (Zusammenstellung verschiedener Befunde)	bodenkundlich.	örtlich: Kolluvien des Mittelneolithikums, flächenhaft ein älteres Kolluvium, das in die Zeit vom Jungneolithikum bis in die Römerzeit datiert ist und ein jüngeres mittelalterliches bis neuzeitliches Kolluvium.
Nadler (1992)	Mittelfranken	archäologisch.	mehrere Meter mächtige Ablagerungen zwischen der Hallstattzeit und der Spätlatènezeit.
Pfeffer (1989)	Umland der Stadt Kerpen, Erfttal (Rheinland)	bodenkundlich.	vorgeschichtlicher Beginn der Bodenerosion, möglicherweise bereits im Neolithikum, wird angenommen, allerdings sind keine genaueren Aussagen möglich.
Reim (1995)	Rottenburg, Kr. Tübingen (Neckartal)	archäologisch, stratigraphisch	präromisches Kolluvium, ca. 25cm mächtig, unter einem römischen Straßenpflaster, einen Schwarzerderest überdeckend.
Rohdenburg et al. (1962)	Leinetal	bodenkundlich, stratigraphisch, archäologisch.	Spätneolithischer, schwarzerdebürtiger „Hanglehm“.
Rother (1989a)	Ilmetal	bodenkundlich, stratigraphisch.	Altneolithische (linienbandkeramische) Bildung von Schwemmfächern und Kolluvien.
Saile (1993)	Reinheimer Becken (Hessen)	bodenkundlich, archäologisch stratigraphisch	Altneolithisches (bandkeramisches) Kolluvium und jüngeres, nicht weiter datierbares postbandkeramisches Kolluvium ^{iv} .
Schalich (1978)	Merzbachtal (nördlich Eschweiler)	bodenkundlich, stratigraphisch.	Beginn im Neolithikum, hauptsächlich aber poströmisch. Reliefenergie war im Neolithikum um ein Vielfaches ausgeprägter.
Schalich (1988)	Langweiler, Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren	bodenkundlich, archäologisch, stratigraphisch.	Umlagerungsvorgänge seit dem Neolithikum, dabei die stärksten Umlagerungsbeträge in nachrömischer Zeit.
Scheffer & Meyer (1958)	Leinetal	bodenkundlich, archäologisch.	Relativ starke Abtragung von Löß-Schwarzerden bereits in neolithischer Zeit.
Scheffer & Meyer (1964)	Rosdorf (Niedersachsen)	bodenkundlich, archäologisch.	Erstellung eines chronologisch-pedostratigraphischen Diskussionschemas: geringe Abtragungsbeträge im Neolithikum, erheblicher Flächenabtrag in der Bronzezeit, wenig Bodenerosion in der Eisenzeit.
Semmel (1993) ^v	Kristalliner Odenwald	bodenkundlich, ¹⁴ C-Datierung.	wahrscheinlich eisenzeitliche Kolluvien (¹⁴ C-Alter liegen zwischen 2000 und 2500 Jahren).
Semmel (1995)	Taunus	bodenkundlich, mikromorphologische Befunde, ¹⁴ C-Datierung.	Mainz-Weisenau: ältest?-neolithisches Kolluvium (¹⁴ C-Alter 8140±165); Westrand des Reinheimer Beckens: ältest?-neolithisches Kolluvium (¹⁴ C-Alter 8645±410), als Ackerkolluvien aufgrund der Fundarmut angesprochen.

Tab. 6 (Fortsetzung): Zusammenstellung ausgewählter Beispiele zur vorgeschichtlichen Bodenerosion in Mitteleuropa mit einem Schwerpunkt auf dem deutschsprachigen Raum.

ⁱⁱⁱ Zitiert in Pécsi & Richter (1996).

^{iv} Semmel (1995: 162) diskutiert diese Kolluvien erneut und vermutet aufgrund mikromorphologischer Untersuchungen ein prälinienbandkeramisches Kolluvium, das bis 15cm über der rezenten Entkalkungsgrenze auftritt. Es findet sich im Liegenden einer Siedlungsgrube, die ein ¹⁴C-Alter (Holzkohlen) von 6140±115 aufweist.

^v Zitiert in Semmel (1995)

Autor/ Autorin	Unter- suchungs- gebiet(e)	Methodik/Datierung	Ergebnisse
Thiemeyer (1989a)	Wetterau	bodenkundlich, stratigraphische Aussagen.	möglicherweise neolithisches Kolluvium, aber keine Datierung vorliegend.
Smolíkova & Lozek (1973), Vasatko & Lozek (1973)	Böhmen und Mähren	bodenkundlich, malakologisch.	Abtragungstrend im Holozän beginnt im Neolithikum, beschränkt sich aber auf niedere Lagen mit tiefgründigen Böden und ist lediglich geringer Intensität, retrograde Bodenbildung als Folge anthropogener Nutzung.
Vogt (1995)	Boden- seeraum	bodenkundlich, archäologisch, ¹⁴ C-Datierungen.	Verfeinerte Untergliederung kolluvialer Ab- lagerungen in einem Zeit-Tiefendiagramm: geringe Umlagerungen in den neolithischen Kulturepochen, extremer Sedimentationszuwachs in der Frühbronzezeit, im Anschluß wieder eine stark nachlassende Sedimentation.

Tab. 6 (Fortsetzung): Zusammenstellung ausgewählter Beispiele zur vorgeschichtlichen Bodenerosion in Mitteleuropa mit einem Schwerpunkt auf dem deutschsprachigen Raum.

Autor/ Autorin	Flußgebiet(e)	Ergebnisse	Interpretation
Barsch et al. (1993)	Elsenz (Kraichgau)	Jungneolithische Bodenerosion: vollständige Abtragung der Al-Horizonte von Parabraunerden und Bildung mächtiger Auenlehme.	Ursachen für gesteigerte fluviale Morphodynamik: sowohl anthropogene als auch klimatische Faktoren.
Becker (1982, 1983)	Rhein, Main, Donau	Subboreal und Subatlantikum: drei Maxima der fluviatilen Umlagerung erkennbar: 2000-1800 BC (cal) (= Frühbronzezeit), 1AD-200 AD (cal) (= Spätlatènezeit und Frühe Kaiserzeit) und 550-880 AD (= Frühmittelalter).	Postglaziale Klimaentwicklung seit dem Subboreal: keine klaren Entsprechungen mit Daten zur Flußdynamik und zur Auenentwicklung. Störungen und Änderungen im Mittel- und Jungholozän: mit einiger Wahrscheinlichkeit durch Rodungen im Einzugsgebiet ausgelöst.
Bibus & Wesler (1995)	Neckar	vier Phasen gesteigerter fluvialer Aktivität können für das Holozän nachgewiesen werden. Der älteste Auenlehm stammt aus dem ausgehenden Neolithikum, ist jedoch kaum verbreitet, eisenzeitliche Auenlehme kommen flächenhaft vor.	Ab der dritten Phase erhöhter fluvialer Aktivität wird der anthropogene Einfluß diskutiert.
Brosche (1984)	Werra	Differenziert werden können: 1) Unterer Auenlehm mit Bildung einer Auen-Schwarzerde, möglicherweise älter als das postglaziale Klimaoptimum. 2) Oberer Auenlehm mit Entwicklung einer Parabraunerde-Vega.	Deskriptive Darstellung der Auenlehmentwicklung, pedogenetische Differenzierungen.
Brunnacker & Strauch (1985)	Region zwischen Alpenrand, Niederrhein und Donau (Synthese)	Im Altholozän im Vergleich zum Jungholozän geringere Wasserführung. Ab dem Jüngeren Atlantikum sind Aktivierungsphasen erkennbar (= Generaltendenz in der Wasserführung mitteleuropäischer Flüsse). Es treten regional, genetisch und zeitlich unterschiedliche Typen holozäner fluviatiler Genese auf.	Prinzipiell gleichartige holozäne Flußentwicklung, deren Ursachen nicht eindeutig bestimmbar sind.
Brunnacker (1960)	Bayern	Übereinstimmung in der Geschichte der verschiedenen Flüsse und Flußabschnitte Südbayerns. Verhalten der Flußarbeit stimmt in Nordbayern, trotz divergierender Sedimentations- und Erosionsbedingungen, mit der in Südbayern überein.	Einheitliche Ursache (klimatische Geschehnisse) bei der Herausbildung älterer Ablagerungen (Stufen) (Südbayern). Ab dem zweiten nachchristlichen Jahrhundert ist der Einfluß des Menschen zu diskutieren.
Brunnacker et al. (1976)	Saalach (Südbayern)	Extreme (20m) Einschnidung der Saalach gegen Ende des Atlantikums. Aufschotterung um 3000 bis 3300 BP (¹⁴ C), Ausbildung von Schwemmfächern. Kaum Umlagerungen in der Aue seit dem Spätmittelalter.	Lokale Komponente (besondere Gefällsverhältnisse) der großen Einschnidungstendenz gegen Ende des Atlantikums. Bronzezeitliche Aufschotterung ist mit anthropogenen Einflüssen in Beziehung zu bringen. Saalach läßt sich dennoch in das überregionale Entwicklungsmuster der voralpinen Flüsse eingliedern.

Tab. 7: Zusammenstellung ausgewählter Ergebnisse und Interpretationen zur holozänen fluvialen Morphodynamik Mitteleuropas.

Autor/ Autorin	Flußgebiet(e)	Ergebnisse	Interpretation
Buch (1990), Buch & Heine (1995)	Donautal östlich von Regensburg	Vier (drei) pedostratigraphisch differenzierbare, holozäne Auenstufen. Siedlungsbefunde können mit flußgeschichtlichen Befunden verknüpft werden. Eine kurzfristige eisenzeitliche Hochflutsedimentationsphase wird für 2500 BP (¹⁴ C) und 2225 BP (¹⁴ C) beschrieben.	Bildung von Auenstufen durch eigendynamische Mäanderentwicklung. Geomorphodynamische Wirksamkeit klimatischer Impulse im Holozän abhängig vom Zustand der flußinternen Parameter, d.h.: In Raum und Zeit unterschiedliche flußmorphologische Reaktionen auf externe, klimatische Störimpulse. Im Holozän beschränken sich Phasen erhöhter Hochflutaktivität auf wenige Jahrhunderte. Markanteste Phase der Hochflutaktivierung im Jüngeren Holozän, anthropogen beeinflusst.
Burrichter & Pott (1987)	Ahse-Tal bei Soest	Profil der Auenablagerungen ist durch markante Wechsel von überwiegend organischem Material, dazwischen gelagerten Sedimentschichten sowie einer abschließenden Deckschicht gekennzeichnet.	Bildung einer abschließenden Auenlehmdecke beginnt im Jüngeren Atlantikum (Ursachen der Bildung nicht eindeutig). Unterschiedliche Herkunftsgebiete der einzelnen Auenlehmdecken. (Auenlehm bildung beginnt hier im Alleröd. Auenlehme sind nicht qua ihrer Verbreitung als anthropogen zu betrachten.)
Delorme & Leuschner (1983)	Main, Fulda, Lahn und Oker	Dendrochronologische Untersuchung von Eichenstämmen des Subatlantikums kann am Main zwei Phasen der Auwaldzerstörung zwischen 25 BC und 375 AD (cal) sowie zwischen 600 AD und 800 AD (cal) belegen. An der Fulda lassen sich ähnliche Entwicklungen zeigen. Für Lahn und Oker gibt es leicht abweichende Befunde. Insgesamt kommt es seit Beginn des Subboreals zu Häufungen von Eichenstammakkumulationen.	Hoher Wahrscheinlichkeit nach lassen sich diese Aktivierungsphasen auf Rodungsperioden der Römerzeit und des Frühmittelalters zurückführen. Allerdings ist die Verknüpfung dendrochronologischer Befunde mit der menschlichen Besiedlungstätigkeit nicht immer eindeutig. Auenlehm bildung und Stammakkumulation verlaufen nicht immer gleich (vgl. Frenzel 1979 ^{vi}).
Eissmann (1975)	Leipziger Tieflands- bucht	In den größeren Talauen werden Auenlehm mächtigkeiten von durchschnittlich 2-3m, teilweise auch mehr als 5m beschrieben. Diese sind durch Bodenbildungen gekennzeichnet. Hauptbildungszeit der Älteren Auenlehme liegt zwischen ca. 5000 und 4000 BC (cal) (Der Ältere Auenlehm kann allerdings ein lokal sehr unterschiedliches Alter haben. Die Bildung der Jüngeren Auenlehme beginnt um 200 BC (cal); bis 1000 AD ist bereits ein erheblicher Anteil abgelagert worden, an manchen Orten hält die Bildung jedoch bis in die Gegenwart an.	Der Ältere Auenlehm wird ansatzweise mit siedlungsgeschichtlichen Befunden korreliert; beim Jüngeren Auenlehm ist der anthropogene Einfluß auf die Bildung nicht in Zweifel zu ziehen. Allerdings hat der Mensch die Auenlehm bildung nur verstärkt, nicht ausgelöst. Die Auenlehm bildung wird als eine grundsätzliche Erscheinung des gemäßigten Klimas betrachtet.
Habbe & Reger (1985)	Einzugsgebiet der Mittleren Pegnitz (Kreuzbach bei Rübländen)	¹⁴ C-Datierungen an Holzresten belegen in einem kleinen Seitental der Mittleren Pegnitz flächenhafte Abtragung, Verschüttung der Talböden und Bildung von Schwemmkegeln im Mündungsbereich seit der hochmittelalterlichen Rodungsphase.	Die Befunde zeigen, daß das rezente Relief nicht einfach als Hinterlassenschaft der letzten Kaltzeit zu betrachten ist, sondern entscheidenden anthropogenen Veränderungen unterworfen war.

Tab. 7 (Fortsetzung): Zusammenstellung ausgewählter Ergebnisse und Interpretationen zur holozänen fluvialen Morphodynamik Mitteleuropas.

^{vi} Frenzel (1979: 1359) beschreibt den Verzögerungseffekt, den Flüsse brauchen, um sich auf die veränderten Gegebenheiten infolge anthropogener Eingriffe einstellen zu können.

Autor/ Autorin	Flußgebiet(e)	Ergebnisse	Interpretation
Händel (1967)	Nordwest- sächsische Flußauen	Im Holozän könne zwei Sedimentationsphasen unterschieden werden: eine ältere im Atlantikum (Älterer Auenlehm), und eine jüngere im Subatlantikum (Jüngerer Auenlehm). Dazwischen ist eine Bodenbildung geschaltet, die vom ausgehenden Atlantikum bis zum beginnenden Subatlantikum ablief (Lobschützer Bodenbildung, als Anmoor bis Gley ausgeprägt).	Die Bildung des Älteren Auenlehmes wird auf eustatische Meeresspiegelschwankungen zurückgeführt, der Jüngere Auenlehm ist bedingt durch das Zusammenwirken klimatischer und anthropogener Einflüsse. Keinem der beiden Faktoren ist Vorrang zu geben.
Hagedorn & Rother (1992)	Ilmetal und Tributare (Nieder- sachsen)	Aufbau der holozänen Aue beginnt mit einer humosen Basisschicht (Alt- bis Mittelholozän), darüber folgt ein Älterer (carbonatfreier) Auenlehm (Mittelalter, 8. bis 14. Jahrhundert) und ein Jüngerer (carbonathaltiger) Auenlehm (seit dem 15. Jahrhundert). Zwischengeschaltet und vergesellschaftet an den Talrändern sind Schwemmfächer und kolluviale Sedimente zweier Perioden, die erste Periode reicht vom Neolithikum bis ins Frühmittelalter, die zweite datiert ins 14. Jahrhundert.	Klimatischer Wechsel vom Pleistozän zum Holozän führte zur Bildung der feinkörnigen humosen Basisschicht. Der Wechsel von einem verzweigten zu einem mäandrierenden Flußsystem erfolgte - außer im Mündungsgebiet - erst im Jungholozän und wird als Folge anthropogener Eingriffe betrachtet. Bei der Bildung der Auenlehme, Schwemmfächer und Kolluvien werden die anthropogenen Ursachen betont, lediglich die zweite Periode der Schwemmfächerbildung im 14. Jahrhundert wird als klimatisch induziert interpretiert. Im Holozän mehrfach starke Veränderungen der fluvialen Morphodynamik.
Heine (1982)	Ahr- Mündungs- gebiet	Hauptauenlehmsedimentation poströmisch, Beginn der Auenlehm- und Schotterakkumulation bzw. des Durchtransportes um 6000 BP (¹⁴ C).	Poströmische Auenlehmsedimentation wird mit anthropogenen Eingriffen in Zusammenhang gebracht.
Hempel (1956)	Leinetal (Aufschluß bei Göttingen)	Zweigliederung des Auenlehmes: Älterer Auenlehm (möglicherweise bronzezeitlich), Jüngerer Auenlehm (rezent bis subrezent).	Die Bildung der Auenlehme hängt mit der vorgeschichtlichen bis rezenten Bodenerosion zusammen.
Hilgart (1995)	Altmühl, Donautal zwischen Kelheim und Regensburg	Ausgliederung mehrer Auenstufen. Im Holozän mehrmaliger Wechsel zwischen Hochflutaktivitäts- und Stabilitätsphasen. Eine erste Phase verstärkter Hochflutaktivität ist in die Zeit zwischen der zweiten Hälfte des Atlantikums und dem beginnenden Subboreal einzuordnen, eine zweite Aktivitätsphase reicht von der zweiten Hälfte des Subboreals in das beginnende Subatlantikum. Die jüngste, am deutlichsten ausgeprägte Aktivitätsphase wird in das Mittlere bis Jüngere Subatlantikum gestellt.	Für die älteren (1. und 2. Phase) Aktivitätsphasen kann nicht entschieden werden, ob sie klimatisch oder anthropogen bedingt sind. Die jüngste Aktivitätsphase ist jedoch so stark ausgeprägt, daß sie mit holozänen Klimafluktuationen nicht mehr erklärt werden kann; der Mensch wird zum beherrschenden Steuerungsfaktor der Flußmorphodynamik.
Hiller et al. (1991)	Saale-Elbe- Raum	Diskontinuierliche Auenlehmsedimentation, von Bodenbildungen unterbrochen. Beginn und Verlauf der Auenlehmsedimentation kann von Flußgebiet zu Flußgebiet verschieden sein. (Mittleres Atlantikum bis Subboreal). Am Ende des Subboreals niedrige Sedimentationsraten. Im Subatlantikum verstärkt einsetzende Auenlehmbildung.	Die Flußdynamik als komplexes Wirkungsgefüge wurde im Holozän durch anthropogene Einflüsse vielfach überprägt. Differenzen in Beginn und Verlauf der Auenlehmbildung werden über die unterschiedliche Besiedlungsgeschichte verständlich gemacht.

Tab. 7 (Fortsetzung): Zusammenstellung ausgewählter Ergebnisse und Interpretationen zur holozänen fluvialen Morphodynamik Mitteleuropas.

Autor/ Autorin	Flußgebiet(e)	Ergebnisse	Interpretation
Jäger (1962)	Thüringen	Zwei Perioden, in denen es zur verstärkten Ablagerung von Auenlehm kam: 1. Spätbronze- bis Früheisenzeit 2. Mittelalter. Die mittelalterlichen Auenlehme nehmen dabei viel größere Areale ein als die vorgeschichtlichen. Die intensivere mittelalterliche Besiedlung macht sich im Unterschied zur vorgeschichtlichen Besiedlung auch an den Oberläufen der Flüsse bemerkbar.	Auenlehme sind grundsätzlich als siedlungsbedingte Ablagerungen zu verstehen, die ihre Entstehung der Bodenerosion verdanken. Klimatische Bedingungen können nur indirekt und modifizierend wirksam werden.
Jockenhövel (1986)	Unterrhein- gebiet	Einsetzen der Auenlehmbildung in das Alt- bis Mittelneolithikum gesetzt.	Ablagerung ist vermutlich mit anthropogenen Faktoren zu verknüpfen.
Lipps (1988), Lipps & Caspers (1990).	Weser	Ablagerungen toniger Hochflutsedimente (Auenlehme) ab der ausgehenden Bronzezeit bis weit ins Mittelalter aufgrund verstärkter Rodungen im Einzugsgebiet, unterbrochen von einer schwachen Erosionsphase in der römischen Kaiserzeit. (Drei Auenlehme abgegrenzt: eisenzeitlicher, mittelalterlicher und neuzeitlicher Auenlehm).	Beziehung zwischen anthropogenen Eingriffen und der Auenlehmbildung wird hergestellt.
Litt (1986, 1988, 1992), Litt et al. (1987)	circum- hercynischer Raum	Koinzidenz zwischen dem Beginn der holozänen Auenlehmsedimentation sowie dem Beginn der ersten agrarischen Nutzung. Auenstratigraphische Untersuchungen belegen an manchen Orten, daß die Bodenzerstörung bereits im Frühneolithikum zur Auenlehmbildung führte. Es sind mehr Ablagerungsphasen festzustellen als bis dato bekannt.	Mensch als geologischer Faktor seit dem Altneolithikum wirksam. Der anthropogene Einfluß auf die Auenlehmbildung wird sehr viel stärker bewertet als der klimatische. Bodenbildungen in den Auensedimenten können möglicherweise mit trockenen Bedingungen in Verbindung gebracht werden.
Lüttig (1960)	Flußgebiet der Weser	Mindestens drei Sedimentationsperioden des Auenlehmes können nachgewiesen werden. Die Bildung des Ältesten Auenlehmes beginnt zu unterschiedlichen Zeiten und endet zu Beginn des Subatlantikums. Die Jüngeren Auenlehme sind überwiegend nach 1000 AD gebildet worden.	Zumindest die Jüngeren Auenlehme werden eindeutig als anthropogen verursacht betrachtet.
Mäckel (1969)	Lahn	Starke Auensedimentation beginnt erst im Mittelalter, nur vereinzelt können atlantische und subboreale Auensedimente nachgewiesen werden.	Gleichzeitige Akkumulation und Erosion in einem mäandrierenden Fluß wird postuliert. Regionale Singularitäten (auch innerhalb eines Flusses) werden betont.
Mäckel & Zollinger (1995)	Oberrhein- tiefebene	Verstärkte fluviale Aktivität kann bereits für das Neolithikum nachgewiesen werden, der Älteste Auenlehm stammt jedoch aus der prärömischen Eisenzeit.	Ursache der subborealen Aktivierung der Flußdynamik sind veränderte klimatische Bedingungen, die die Bevölkerungsverteilung beeinflussen und damit indirekt den menschlichen Einfluß auf die Flußlandschaft steuern. Die eisenzeitlichen Auenlehme stehen in Beziehung zum erhöhten Holzverbrauch dieser Zeit. Klimatische Faktoren wirken modifizierend.

Tab. 7 (Fortsetzung): Zusammenstellung ausgewählter Ergebnisse und Interpretationen zur holozänen fluvialen Morphodynamik Mitteleuropas.

Autor/ Autorin	Flußgebiet(e)	Ergebnisse	Interpretation
Mensching (1957)	Flußgebiete Niedersachsens	Auenlehmddecken lassen oft Zweiteilung erkennen. Ablagerungen haben in verschiedenen Flußauen zu unterschiedlichen Zeiten eingesetzt, die mit der jeweiligen Siedlungsgeschichte verknüpft werden können.	Voraussetzung für Auenlehmlagerung ist in jedem Fall die anthropogene Rodungstätigkeit.
Nietsch (1955)	Weser	Hinweise auf vorgeschichtliche Auenlehmlagerung.	Neben den vorherrschenden anthropogenen Einflüssen wird auch der Reifezustand der Flüsse als möglicherweise wirksamer Faktor der Auenlehmbildung beschrieben.
Rohdenburg et al. (1962)	Leine	Auenlehmbildung setzt bald nach dem Verlassen einer spätneolithischen Siedlung im Auenbereich ein, sie ist postneolithischen, wahrscheinlich voreisenzeitlichen Alters. Die Auenlehmdecke wird nicht durch Bodenbildungen gegliedert.	Keine weiterführende Interpretation.
Schellmann (1990)	Donau- und Isartal	Es lassen sich sieben holozäne Donauterrassen ausgliedern, synchron in beiden Flußsystemen.	Holozäne Terrassen sind Ausdruck einer phasenhaft erhöhten fluvialen Aktivität und stellen klimatisch bedingte Bildungen dar. Lediglich ab dem Jungholozän kommt dem anthropogenen Faktor ein größere Bedeutung zu (weitgehend anthropogen bedingter Umbruch im frühen Jungholozän zeigt sich anhand einer in der Folgezeit stark gesteigerten Umlagerungstätigkeit).
Schirmer (1988)	Main, Oberrhein	Holozäne Aktivitätsphasen zeigen sich als Reihenterrassen, über Bodenbildungen abgrenzbar.	Das holozäne Klima mit seinen Fluktuationen kontrolliert übergeordnet die postglaziale Flußentwicklung. Erst ab dem Jungholozän wird der Mensch als modifizierender Faktor bewertet.
Starke (1984, 1985, 1991a)	Mitteleuropa (Schwerpunkt Polen)	Rhythmische fluviale Aktivitätsphasen sind rekonstruierbar.	Übergeordnet ist dem fluvialen Geschehen ein klimatischer Einfluß, der einen Rhythmus von 1000 bis 2000 bzw. 2000 bis 2500 Jahren aufweist. Der modifizierende menschliche Einfluß tritt dagegen raum-zeitlich differenziert in Erscheinung.
Strautz (1963)	Weser, Leine und Elbe	Akkumulation eines Auenlehms erfolgt in der Hochflut-Sedimentationsphase eines fluvialen Erosions-Sedimentationszykluses. Prähistorische Auenlehme sind belegt.	Die anthropogene Bodenerosion kann nur als verstärkendes Moment der Auenlehmbildung betrachtet werden. Darüber hinaus können als beeinflussende Faktoren das Klima und eustatische Meeresspiegelschwankungen genannt werden.
Thomas (1993)	Oberweser	Beginnende flächendeckende Auenlehmbildung an der Wende Bronze-/Eisenzeit (ausgehendes Subboreal), damit verbunden Umstellung des Gerinnemusters.	Allgemein werden die Bedingungen der Flußentwicklung einerseits durch das Klima, andererseits durch den Menschen gesteuert. Auch systemimmanente Faktoren werden berücksichtigt.
Wildhagen & Meyer (1972a, 1972b)	Leinetal	Geringmächtige präneolithische Auenlehme, Aktivierung der Auensedimentation erst in der Eisenzeit (Ältere-Bach-Schwemm-Zungen) (600 BC (cal?) bis max. 600 AD).	Präeisenzeitlich werden die anthropogenen Einflüsse auf die fluviale Morphodynamik sehr gering eingeschätzt. Erst mit der Eisenzeit gewinnt der anthropogene Faktor zunehmend an Bedeutung.

Tab. 7 (Fortsetzung): Zusammenstellung ausgewählter Ergebnisse und Interpretationen zur holozänen fluvialen Morphodynamik Mitteleuropas.

Autor/ Autorin	Ausgangs- material	Lokalität	Vegetation	Dauer der Pedogenese	Intensität der Bodenbildung	Bodentyp
Bibus (1989)	lößbürtiger Oberboden ^{vii} (Kolluvium)	Neckar-Enz-Raum	Wald	ca. 3000 Jahre	Lessivierung	„Mini-Parabraunerde“
Bleich & Papenfuß (1996)	kalkfreies Kolluvium	Kraichgau (Mönchswald bei Bruchsal)	Wald	ca. 8000 Jahre ^{viii}	Pseudo-vergleyung, Verbraunung, Verlehmung	pseudovergleyte Braunerde (laut Profilbeschreibung)
Bolt et al. (1980)	Kolluvium	Südliche Niederlande	zur Zeit der Bildung bewaldet	ca. 1500-2000 Jahre ^{ix}	schwache Lessivierung	Braunerde
Bork & Rohdenburg (1979)	kalkfreies Kolluvium	Untereichsfeld und Randgebiete	Wald	ca. 600 Jahre (Spätmittelalter)	Lessivierung	Parabraunerde
Bork (1983)	Kolluvium	Südniedersachsen	Wald	Bildung von der Bronze-(Eisen)zeit bis ins Frühmittelalter (mind. 500 Jahre)	Lessivierung	Parabraunerde
Bork (1988)	kolluvial verlagertes Bt-Material, zu Wölbäckern umgestaltet (= kalkfreies Ausgangsmaterial)	Thiershausen (Südniedersachsen)	Wald	ca. 500 Jahre	Lessivierung mit Tongehaltsdifferenzen von 8,7% (Bodenneubildungsraten in kalkfreien Kolluvien unter Wald ca. 1mm/a)	Parabraunerde (ca. 70cm mächtig)
Brunnacker & Boenigk (1973)	Frühmittelalterlicher Kulturschutt	Niedermünster, Regensburg	Ödland	ab Frühmittelalter bis zum mittelalterlichen Kirchenbau	Humifizierung	Pararendzina
Eheim & Völkel (1994)	anthropogen aufgeschüttetes Bt-Material (kalkfreies Ausgangsmaterial der Bodenbildung)	Poign (Oberpfalz)	Wald	ca. 2000 Jahre	Lessivierung mit Tongehaltsdifferenzen von 8% (Tongehalt des Ausgangssubstrates bei ca. 39%)	Parabraunerde (40cm Entwicklungstiefe)

Tab. 8: Beispiele für jung- bis mittelholozäne Bodenbildungen in anthropogenen Aufschüttungen, Verfüllungen und kolluvial umgelagerten Sedimenten.

^{vii} Aus den Ausführungen bei **Bibus (1989: 74)** wird nicht eindeutig ersichtlich, ob das Ausgangsmaterial der Bodenbildung kalkfrei gewesen ist. Die Darstellung auf den folgenden Seiten (**Bibus 1989: 79**) läßt aber den Schluß zu, daß von einer Kalkfreiheit dieser kolluvialen Sedimente auszugehen ist.

^{viii} Allerdings keine kontinuierliche Entwicklung, die Bodenbildung wird von schwächeren Erosionsphasen unterbrochen.

^{ix} Das Kolluvium wird in die Römerzeit bis ins Frühe Mittelalter datiert.

Autor/ Autorin	Ausgangs- material	Lokalität	Vegetation	Dauer der Pedogenese	Intensität der Bodenbildung	Bodentyp
Fickel et al. (1977), Beckmann et al. (1978)	Lößlehm ^x (in Hügelgräbern aufgeschüttet)	Taunus	Laubwald	ca. 2600 Jahre	Lessivierung (ca. 9% Tongehaltsunterschiede zwischen den Al- und Bt-Horizonten des aufgeschütteten Materials)	Parabraunerdeentwicklung
Kwaad & Mücher (1979)	Kolluvium	Nordluxemburg	Farmland, u.U. zwischenzeitlich bewaldet	ca. 500 Jahre	Lessivierung angedeutet	Parabraunerde? (keine exakten Angaben)
Müller (1970)	anthropogen aufgeworfenes Lößlehm-Material	Neckarland	wahrscheinlich zwischenzeitlich bewaldet	ca. 300 Jahre (Eppinger Linien) und ca. 1800 Jahre (Limes)	phänotypisch vergleichbare Böden, unterschiedliche Entwicklungsgrade, beim Limes Lessivierung mit 11% Tongehaltsdifferenz im aufgeschütteten Material; bei den Eppinger Linien keine ausgeprägte Tonverlagerung nachweisbar (primäre Substratschichtung führt zur Differenzierung)	beim Limes klar nachweisbare Dynamik der Parabraunerde
Rohdenburg et al. (1975) ^{xi}	Kolluvium und kalkhaltiger Löß	Eltersberg bei Gießen	Wald (?)	postneolithisch (ca. 3000 Jahre)	Lessivierung	„Mini-Parabraunerde“ (knapp 50cm Solum entwickelt)
Sabel (1982)	Grubenverfüllung	Wetterau	k.A.	mind. 5000 Jahre	Pedogenese in der Verfüllung in Richtung Parabraunerde, aber nicht mit entsprechendem Degradationsgrad	Entwicklung in Richtung einer Parabraunerde

Tab. 8 (Fortsetzung): Beispiele für jung- bis mittelholozäne Bodenbildungen in anthropogenen Aufschüttungen, Verfüllungen und kolluvial umgelagerten Sedimenten.

^x Auch als jungpleistozänes Decksediment bezeichnet. Ausgangsmaterial carbonatfrei.

^{xi} Zitiert in Bibus (1989: 74).

Autor/ Autorin	Ausgangs- material	Lokalität	Vegetation	Dauer der Pedogenese	Intensität der Bodenbildung	Bodentyp
Schell- mann (1990)	Kolluvium	Dungau	bewaldet? ^{xiii}	ca. 2000 bis 3000 Jahre	Lessivierung angedeutet (schwache Tonbeläge auf den Boden- aggregaten)	(gering durch- schlammte) Parabraunerde
Semmel & Poetsch (1996a)	kalkfreie Kolluvien	Hofheim am Taunus	Wald	ca. 1000 Jahre	Lessivierung mit Tongehalts- differenzen von ca. 5 % (Tongehalt des Ausgangs- materials ca. 20%)	Parabraunerde
Semmel & Poetsch (1996b)	anthropogen aufge- schüttetes kalkhaltiges Hochflut- material (10% CaCO ₃), hallstattzeit- liches Hügelgrab	Nauheim (Hessen)	Wald	ca. 3000 Jahre	Lessivierung mit Tongehalts- differenzen von 20% (Entwicklungs- tiefe 80cm) (Tongehalt des Ausgangs- materials ca. 10%)	Parabraunerde
Semmel (1996c)	Kolluvium, kalkhaltig	Wiesbaden (Hessen)	Wald	ca. 400 Jahre	Humusbildung, sonst keine erkennbare Bodenneu- bildung	Pararendzina
Slager & van de Wetering (1977)	neolithische Gruben- füllungen	Hienheim, Kreis Kelheim, Niederbayern	k.A.	ca. 6000 Jahre	verstärkte Tonverlagerung in den Grubenfüllungen feststellbar	k.A. (Parabraunerde ?)
Thiemeyer (1989a)	neolithische Gruben- füllungen	Wetterau	k.A.	ca. 6000 Jahre	Tonver- lagerungs- prozesse, tiefreichende Bodenbildung	Parabraunerde (ca. 80cm Entwicklungs- tiefe)
Wittmann (1975)	bronze- zeitliche Hügelgräber, kalkhaltiger Feinsand	Regensburg, Kleinprüfening	k.A. (Wald?)	ca. 3000	Entkalkung und Tonverlagerung (Tongehalts- differenzen zwischen Al- und Bt-Horizont ca. 15%)	Parabraunerde (ca. 100cm Entwicklungstiefe)

Tab. 8 (Fortsetzung): Beispiele für jung- bis mittelholozäne Bodenbildungen in anthropogenen Aufschüttungen, Verfüllungen und kolluvial umgelagerten Sedimenten.

^{xiii} Wird aus den Angaben bei **Schellmann (1990)** nicht deutlich, aber eine Bodenbildung unter Wald ist anzunehmen.

9.3 Anhang ¹⁴C-Datierungen

Standort	Probennummer	Labornummer	datiertes Material	Tiefe (in cm)	$\delta^{13}\text{C}$ [‰]	Konventionelles ¹⁴ C-Alter (68% [1 sigma])	kalibriertes Alter
Kleine Laaber	7140-206/7,8	Erl 674	Holzkohle	80-90	k.A.	3627±73	cal BC 2124-2084, cal BC 2042-1886
Kleine Laaber	7140-206/16	Erl 673	Holzkohle	180-195	k.A.	8429±187	cal BC 7600-7240, cal BC 7220-7200, cal BC 7180-7140, cal BC 7120-7090
Kleine Laaber	7140-221/7	Hv 21706	organisches Material	110-130	-28,3	2520±55	cal BC 790-530
Kleine Laaber	7140-221/13	Hv 21707	organisches Material	225-235	-30,0	3240±75	cal BC 1600-1420
Kleine Laaber	7140-223/4	Hv 21701	Holz	190-210	-27,0	9820±90	cal BC 9060-9010
Kleine Laaber	7140-240a/2	Hv 21703	organisches Material	240-250	-28,7	9245±110	cal BC 8405-8090
Kleine Laaber	7140-240a/3	Hv 21702	organisches Material	265-275	-29,6	9995±115	cal BC 9810-9050
Kleine Laaber	7140-242/8	Hv 21705	organisches Material	165-180	-28,3	8965±70	cal BC 8040-7955
Kleine Laaber	7140-242/11	Hv 21704	organisches Material	210-220	-29,1	9675±95	cal BC 9030-8630
Kleine Laaber	7140-320	Erl 696	Holzkohle	100	k.A.	2338±45	cal BC 478-454, cal BC 414-364, cal BC 280-260
Seedorf	7038-210/4B	Hv 21184	Holzkohle	140	-25,9	2910±60	cal BC 1195-995
Seedorf	7038-210/5A	Hv 21182	Holzkohle	190	-25,8	2930±90	cal BC 1260-995
Eggfing	7039-102/8	Hv 21185	Holzkohle	130	-26,0	4355±170	cal BC 3330-2705
Eggfing	7039-102/9	Hv 21183	Holzkohle	150	-25,5	3865±175	cal BC 2570-2040
Reisbach	7441-111/11	Hv 21700	organisches Material	200-215	-27,6	4910±70	cal BC 3775-3640

Tab. 16: Zusammenstellung der Radiokohlenstoffdatierungen.

REGENSBURGER GEOGRAPHISCHE SCHRIFTEN

- Heft 1 ENGELSCHALK, Willi: Alpine Buckelfluren - 1971.
159 Seiten, 15 Abb., 8 Kunstdrucktafeln DM 9.80
- Heft 2 ZAHN, Ulf: Der Fremdenverkehr an der spanischen Mittelmeerküste - 1973.
252 Seiten, 28 Karten, 27 Abb., 8 Kunstdrucktafeln DM 29.40 (vergriffen)
- Heft 3 MANSKE, Dietrich-Jürgen: Planungsregionen in der Oberpfalz-1974.
134 Seiten, 12 Karten, 5 Abb. DM 24.60
- Heft 4 STRUNZ, Joachim: Die Industrieansiedlungen in der Oberpfalz in den Jahren 1957 bis 1966 - 1974.
127 Seiten, 3 Karten, 5 Abb., 52 Tab. DM 24.80
- Heft 5 WERNER, Ekkehard: Fremdenverkehrsgebiete des westlichen Hampshire-Beckens in Südengland - 1974.
192 Seiten, 41 Abb., 8 Kunstdrucktafeln DM 19.60
- Heft 6 ARBEITSGRUPPE ALTSTADTSANIERUNG: W.R. HEINZ, K. HERMES, P. HÖHMANN, H. KILGERT, P. SCHÖBER, W. TAUBMANN Altstadterneuerung Regensburg: Vorbereitende Untersuchung im Sanierungsgebiet I - Sozialbericht (Teil I) - 1975.
304 Seiten, 61 Karten, 174 Tab. DM 20.00 (vergriffen)
- Heft 7 BOECKMANN, Barbara: Beiträge zur geographischen Erforschung des Kurfremden- und Freizeitverkehrs auf Eiderstedt unter besonderer Berücksichtigung Sankt Peter-Ordings - 1976.
228 Seiten, 15 Karten, 52 Tab., 19 Diagr., 8 Kunstdrucktaf. DM 22.00
- Heft 8 MAUDER, Karl: Landnutzung in Nordost-Transvaal - 1976.
8.1 Textteil: 314 Seiten, 23 Abb., 95 Tab.
8.2: Kartenteil: 28 Karten DM 29.80
ISBN 3-88246-000-8
- Heft 9 PFITZER, Wolfram: Der Fremdenverkehr Madeiras. Sozial- und wirtschaftsgeographische Auswirkungen - 1977.
226 Seiten, 26 Abb., 24 Karten, 81 Tab., 8 Kunstdrucktaf. DM 24.00
ISBN 3-88246-001-6

REGENSBURGER GEOGRAPHISCHE SCHRIFTEN
(Fortsetzung)

- Heft 10 TESCHENDORFF, Wolfgang: Der Küstenhof von Valencia. Eine Agrarlandschaft im Kräftefeld moderner Wandlungen in Wirtschaft und Gesellschaft - 1978.
270 Seiten, 18 Karten, 17 Fig., 36 Tab., 54 Abb. DM 32.00
ISBN 3-88246-011-3
- Heft 11 HIGELKE, Bodo: Morphodynamik und Materialbilanz im Küstenvorfeld zwischen Hever und Elbe. Ergebnisse quantitativer Kartenanalysen für die Zeit von 1936 bis 1969 - 1978.
167 Seiten, 62 Abb. DM 19.80
ISBN 3-88246-012-1
- Heft 12 HARTL, Martin: Najafabadtal. Geographische Untersuchung einer Kanatlandschaft im Zagrosgebirge (Iran) - 1979.
178 Seiten, 63 Abb., 10 Karten, 43 Tab., 24 Fotos DM 16.00
ISBN 3-88246-023-7
- Heft 13 KÜNNECKE, Bernd: Die kulturgeographische Bedeutung des primären Wirtschaftssektors im Staate Oregon, USA - 1979.
282 Seiten, 59 Abb., 18 Tab., 22 Fotos DM 25.00
ISBN 3-88246-026-1
- Heft 14 HAUNER, Ulrich: Untersuchungen zur klimagesteuerten tertiären und quartären Morphogenese des Inneren Bayerischen Waldes (Rachel-Lusen) unter besonderer Berücksichtigung pleistozän kaltzeitlicher Formen und Ablagerungen - 1980.
198 Seiten, 10 Karten, 24 Abb., 14 Tab., 12 Fotos DM 25.00 (vergr.)
ISBN 3-87553-125-6
- Heft 15 KLEIN, Kurt E.: Theoretische Untersuchungen eines räumlichen Konkurrenzmodells zur regionalen Verkehrsverteilung. Mit Süddeutschland als Anwendungsbeispiel - 1980.
495 Seiten, 131 Abb., 48 Tab. DM 34.00
ISBN 3-88246-036-9
- Heft 16 EHRIG, Friedrich Reiner: Der Wald im Département Seealpen/Südfrankreich. Waldbelastung, Konsequenzen und Waldfunktionsgliederung - 1980.
244 Seiten, 40 Abb., 34 Karten, 10 Tab. DM 35.00
ISBN 3-88246-043-1