



METEOR M 87/1

Wochenbericht Nr. 1 (19.3. – 23.3. 2012)

METEOR verließ am 19. März um 10:00 den Hafen von Lissabon, um mit Kurs Nord das Fahrtgebiet um die Faeroer Inseln anzulaufen. Fünf Tage dampfen.

Auf etwa 47° N 11° W wurde Mittwochnacht (21.3.) in internationalen Gewässern eine Teststation abgehalten, die bis in den frühen Morgen des Donnerstags andauerte. Zum Abschluss der Station wurde der in Lissabon neu aufgespulte Draht der Friktionswinde (W12) auf 4700m ausgefiert, um ihm den Drall zu nehmen. Bis auf wenige Ausfälle verliefen die Tests erfolgreich. Zur Zeit befinden wir uns in irischen Hoheitsgewässern über Porcupine Bank.

Ziel der Reise ist die Beobachtung der Planktodynamik im Spätwinter, die der Frühjahresblüte vorangeht. Konvektion im Winter verursacht eine ‚Paternosterströmung‘, vertikale Orbitalbahnen, die das Phytoplankton über hunderte von Metern auf- und abwirbeln. Alle ein bis zwei Tage kommt es dabei an die Oberfläche, um Licht für die Photosynthese zu empfangen. Die von der Konvektion vertikal durchmischte Schicht wirkt wie ein Inkubator, dessen Produktion Verluste durch Sinken mehr als ausgleicht. Seine Biomasse initiiert die zwischen April und Mai beginnende Frühjahresblüte im Nord-Atlantik. Es soll untersucht werden, welche Rolle der winterliche Phytoplanktonbestand auf das Zooplankton hat; insbesondere auf den Copepoden *Calanus finmarchicus*, Grundnahrungsmittel der Fischbestände.

Alles deutet darauf hin, dass der Copepode seinen mehrmonatigen Winterschlaf unterhalb der Konvektionsschicht abhält, weil er dort nicht in den Paternoster gerät, der ihn zurück zu Räubern an die Oberfläche bringen würde. Die im Frühjahr beginnende Erwärmung des Ozeans geht mit einer Verflachung der Konvektionsschicht einher. Die veränderte Geometrie des Inkubators setzt große Mengen an Phytoplankton frei, das in die darunterliegende Wassersäule absinkt. Vermutlich ist dies das Signal für *Calanus finmarchicus* seinen Winterschlaf zu beenden. Geschwächt und hungrig schwimmt er aufwärts, dem Planktonregen entgegen, um irgendwann in den Paternoster zu gelangen, der ihn rasch an die Oberfläche bringt. So kann das millimetergroße Tier vertikale Distanzen von mehreren hundert Metern ohne großen Energieaufwand zurücklegen.

Im Vorfeld der Frühjahresblüte vereint sich daher Zoo- und Phytoplankton, das den Winter über getrennt war, in dem schrumpfenden Inkubator. Produktion, Reproduktion, und Fressen beginnen somit, entgegen allem Lehrbuchwissen, bereits weit vor der Frühjahresblüte.

Am Sonntag wird METEOR das Fahrtgebiet erreichen. An Bord sind alle wohlauf.

Der Fahrtleiter

Jan Backhaus

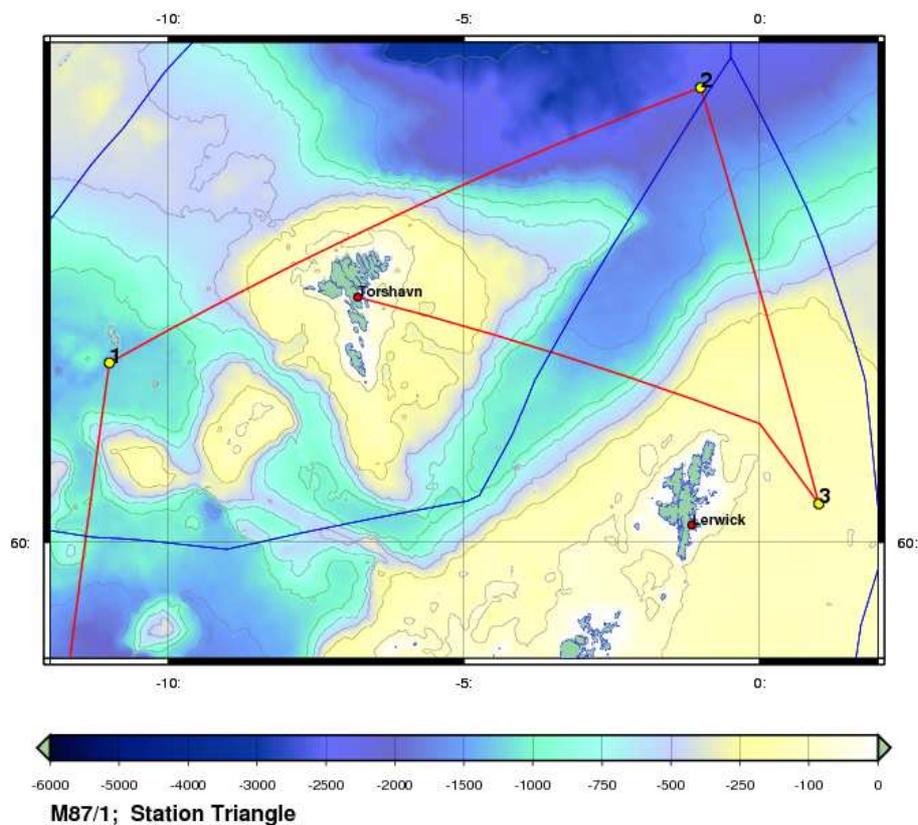


Link für den Blog zur aktuellen METEOR Fahrt:
<http://deepconvectioncruise.wordpress.com/>

Wochenbericht 2; M87/1a (23.3. - 30.3.2012)

Unsere Strategie auf der Reise M87/1 sieht vor, im Vorfrühling das Zusammenwirken von ozeanischer und biologischer Dynamik für unterschiedliche hydrographische Regime mit winterlicher Konvektion zu beobachten. Es sollen daher während der Reise wiederholt drei Stationen um die Färöer Inseln angelaufen werden (s. Karte), um die zeitliche Entwicklung des Phyto- und Zooplanktons im Vorfeld der Frühjahresblüte abzutasten. Station 1 befindet sich im nördlichen Island Becken; Station 2 in der südlichen Norwegischen See. Einen Kontrast zur Hydrographie der tiefen ozeanischen Stationen stellt die flache Station 3 auf dem nördlichen Nordseeschelf, östlich der Shetland Inseln dar. Dort dringt die Konvektion im Winter bis zum Meeresboden vor. Auf einer früheren Reise mit RV ‚VALDIVIA‘ in 1999 wurde bei Station 1 Konvektion und Planktonproduktion bis zu Tiefen von 800 m beobachtet, während es bei Station 2 nur 400 m waren.

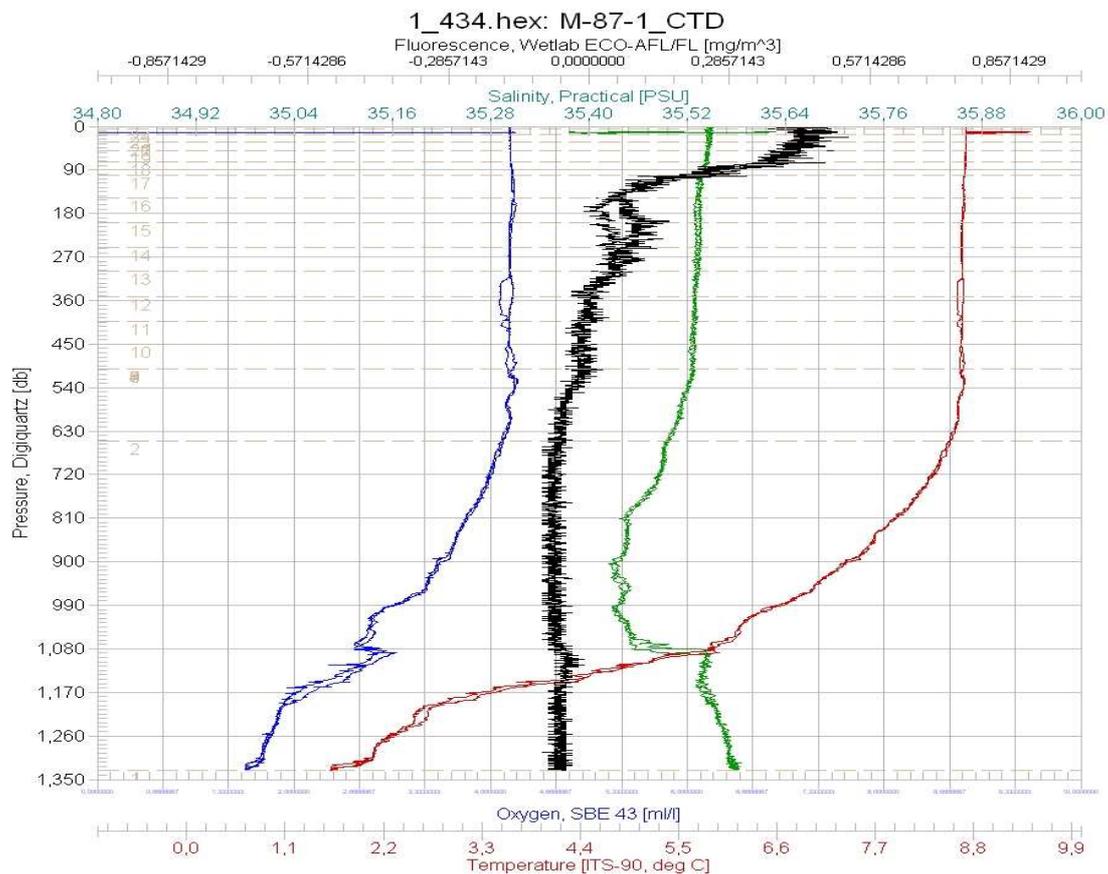
Die winterlichen Konzentrationen des Phytoplanktons sind etwa eine Größenordnung geringer als im Sommer. Dennoch sind die Biomassen beider Jahreszeiten annähernd gleich. Die winterliche Biomasse, sie bildet das Innoculum für die Frühjahresblüte, wurde bisher nur lückenhaft erforscht. Im Winter ist das Plankton über eine Konvektionstiefe verteilt, die mehrere hundert Meter beträgt, während dies im Sommer nur eine Deckschicht von wenigen Dekametern ist. Daher trifft man in der über Jahrzehnte gut erforschten sommerlichen Deckschicht wesentlich höhere Konzentrationen an.



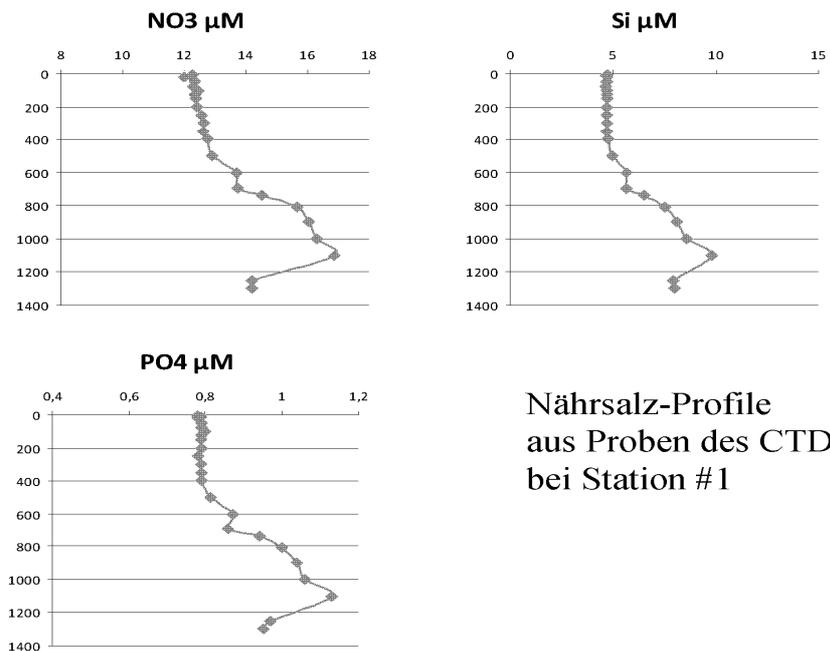
Für die tiefen Stationen 1 und 2 wurden jeweils 2-3 Tage Schiffszeit eingeplant, um neben der CTD diverse vertikal und horizontal geschleppte Planktonnetze (Bongo, WP2, Moccuss, Multinet), einen Video-Plankton-Recorder (VPR), einen Laser-Optical-Particle-Counter (LOPC), einen Marine Snow Catcher und ein kleines ROV

mit Video-Kameras einzusetzen. Eine Reihe der Probennahmen muss zudem zu Tages- und Nachtbedingungen erfolgen, um Vertikalmigrationen des Planktons und lichtabhängige Primärproduktion zu erfassen. Zusätzlich zu den Probennahmen werden in den voll besetzten Laboren Nährsalze gemessen, Proben filtriert, gezählt und konserviert sowie Experimente zu Nahrungsaufnahme und Respiration in Abhängigkeit von Licht durchgeführt.

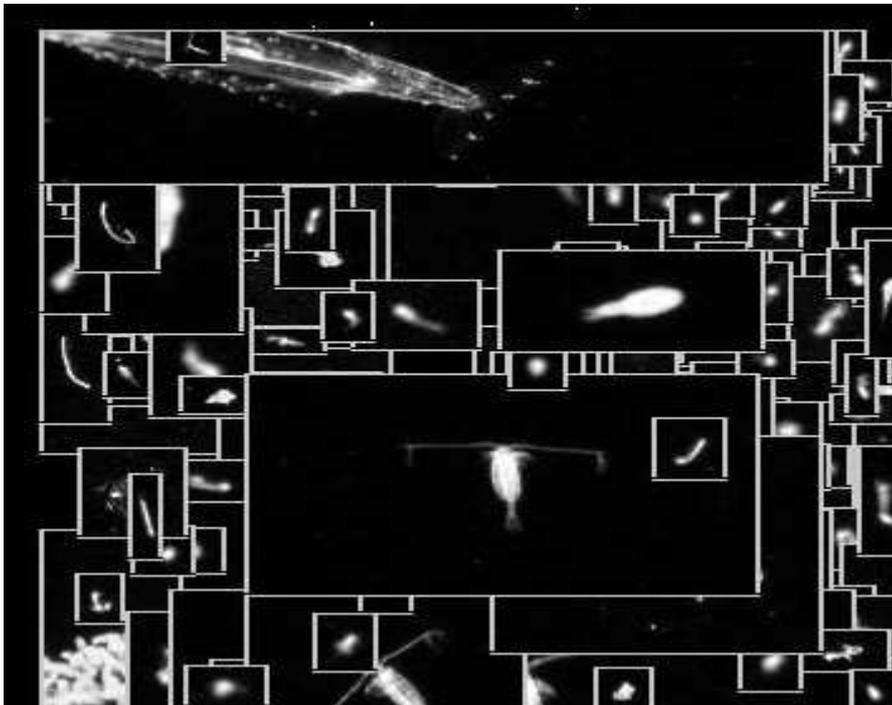
Wir erreichten Station #1 westlich der Faröer auf 63°30' N; 011°00' W am Sonntagmorgen, dem 25. März, bei südlichem Wind mit Windstärke 5-6 und grobem Seegang. Die CTD-Profile auf dieser Station zeigen Konvektionstiefen zwischen 400m und 600m an. Dies sind erstaunlich hohe Schwankungen für einen Zeitraum von wenigen Tagen. Eine im Frühjahr häufige schwache, kurzfristige Deckschicht an der Oberfläche ist nicht auszumachen. Dazu ist die Windgeschwindigkeit zu hoch (4-6 Bft während der Station). Chlorophyll-a ist homogen in der Konvektionsschicht verteilt; seine Konzentration sinkt darunter rasch auf Null ab. Nur an der Oberfläche hat sich, offenbar ohne Unterstützung durch eine Pyknokline, eine knapp 90 m mächtige Schicht mit erhöhten Werten von Chlorophyll-a entwickelt. Das Phytoplankton nutzt offenbar das vermehrte Licht, wenn es nach oben kommt.



Die Rohdaten der CTD (Bild oben) zeigen in Temperatur und Salzgehalt (rote und grüne Kurven) eine Konvektionstiefe von ca. 500m an unterhalb derer die Fluoreszenz (Chlorophyll-a) (schwarze Kurve) auf Null abklingt. Nur in der konvektiven Deckschicht findet Primärproduktion statt. Die Konvektionsschicht ist gekennzeichnet durch die oberen Profildbereiche ohne Krümmung, die völlige vertikale Durchmischung anzeigen. Dies gilt auch für den Sauerstoff (blaue Kurve)



Die Konzentrationen der Nährsalze (Phosphat, Nitrat und Silikat) innerhalb der Konvektionsschicht sind gegenüber den Tiefen darunter deutlich reduziert, was auf vermehrte Primärproduktion in der tiefen Deckschicht hindeutet (Bild oben). Unseren Erwartungen entsprechend ist der von der Konvektion angetriebene Inkubator am Werk.



Screenshot des Video Plankton Recorders (VPR) in dem durch einen Algorithmus zur Mustererkennung detektierte Tiere festgehalten werden. Nur jene Bereiche der mit 30 Hz aufgenommenen digitalen Bilder werden gespeichert, in denen Plankton erkannt wurde.



In-situ Aufnahmen des Video Plankton Recorders (VPR) aus ca. 800 m Tiefe. Sie zeigen den Copepoden *Calanus finmarchicus* (links), rechts eine sich durch Abkapselung gerade vermehrende pelagische Tunicaten Art (Doliolide)

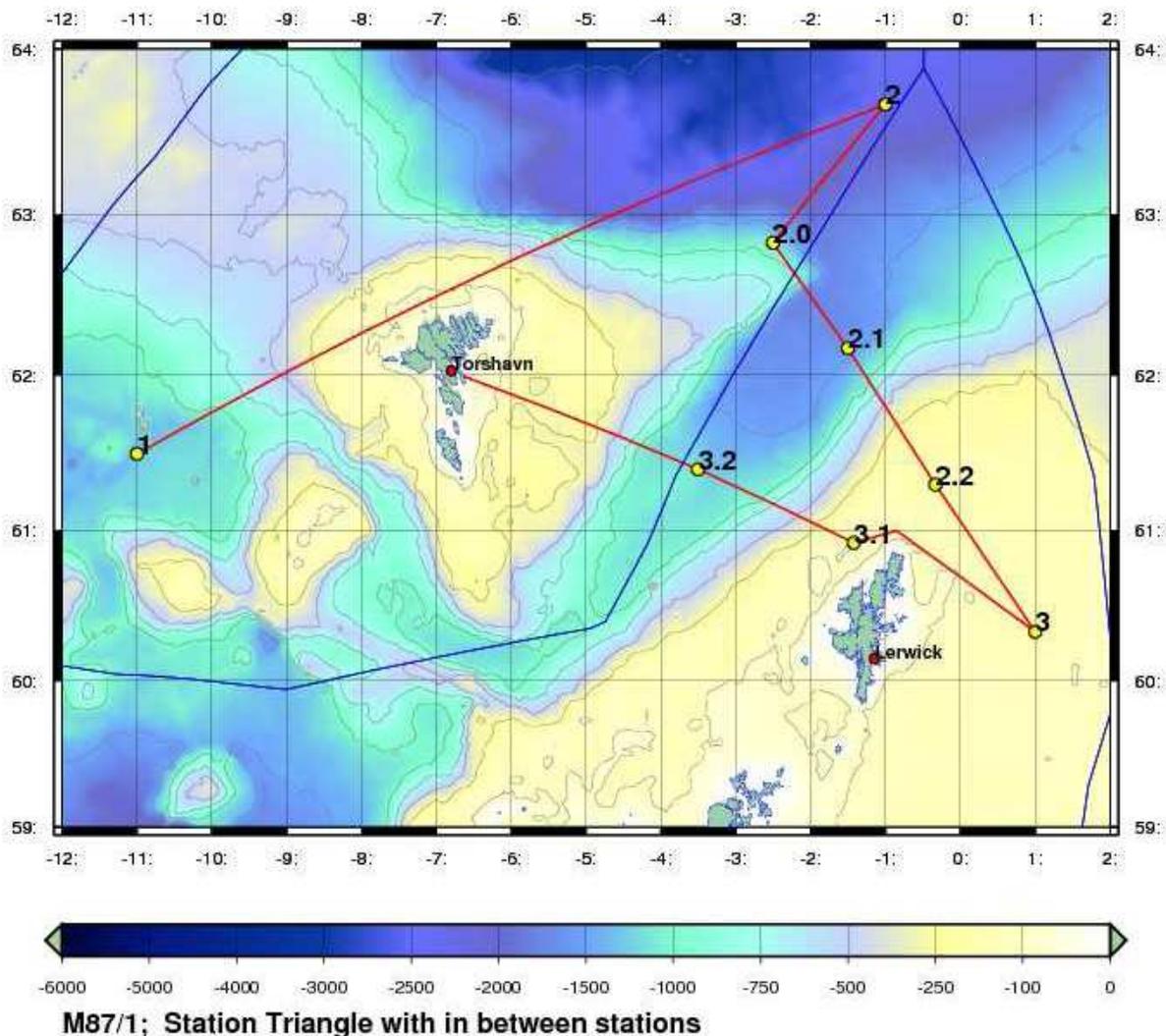
Wir müssen Station #1 verlassen, um das Dreieck weiter zu beproben. Es fällt uns schwer, da hier, südwestlich der Faröer, genau jene Bedingungen und Prozesse vorhanden sind, die unseren Erwartungen entsprechend überall im Nord-Atlantik im Vorfrühling stattfinden. Am Mittwoch beginnt eine Dampfstrecke von ca. 300 Seemeilen zur Station #2 in der Norwegen See (s. Karte) wo METEOR am Donnerstagabend eintrifft.

Auf Station #2 ist alles anders. Anzeichen von Konvektion sind nicht auszumachen, dafür aber wird durch den Fluoreszenzsensor der CTD rege biologische Aktivität angezeigt. Satelliten-Altimetrie zeigt uns in der Umgebung ein Eddy-Feld an. Offenbar hat sich hier der Atlantische Einstrom sehr weit nach Westen ausgebreitet und Verwirbelungen in seinem Randbereich haben, wenn sie denn vorher vorhanden war, alle Anzeichen der Konvektion verwischt. Wir verlegen die Station um 60 Seemeilen nach Südwesten auf 62°50' N; 002°30' W, in der Hoffnung, dort dem Randbereich des Atlantischen Einstromes zu entgehen. Auf der verlegten Station sind noch schwache Anzeichen vorangegangener Konvektion auszumachen aber auch hier ist sie durch Verwirbelungen Atlantischen Wassers stark überlagert. Wir entschließen uns, die Probennahme hier dennoch aufzunehmen, da das angetroffene Regime hoch produktiv ist, wie die ersten Netzproben bestätigen. Während es im offenen Ozean die Konvektion ist, die im Frühjahr die Produktivität initiiert, können Randströme, wie der Atlantische Strom vor Norwegen, offenbar bereits frühere und höhere Konzentrationen des Planktons bewirken. Dies lehrt uns der Vergleich der Stationen 1 und 2. Die Probennahmen bei Station #2 wurden am Abend des 30. März wegen hohen Seegangs und Böen bis zu 9 Beaufort ausgesetzt. Am darauf folgenden frühen Samstagmorgen ging die CTD jedoch wieder zu Wasser.

An Bord sind alle wohlauf und wir senden Grüße an Land.

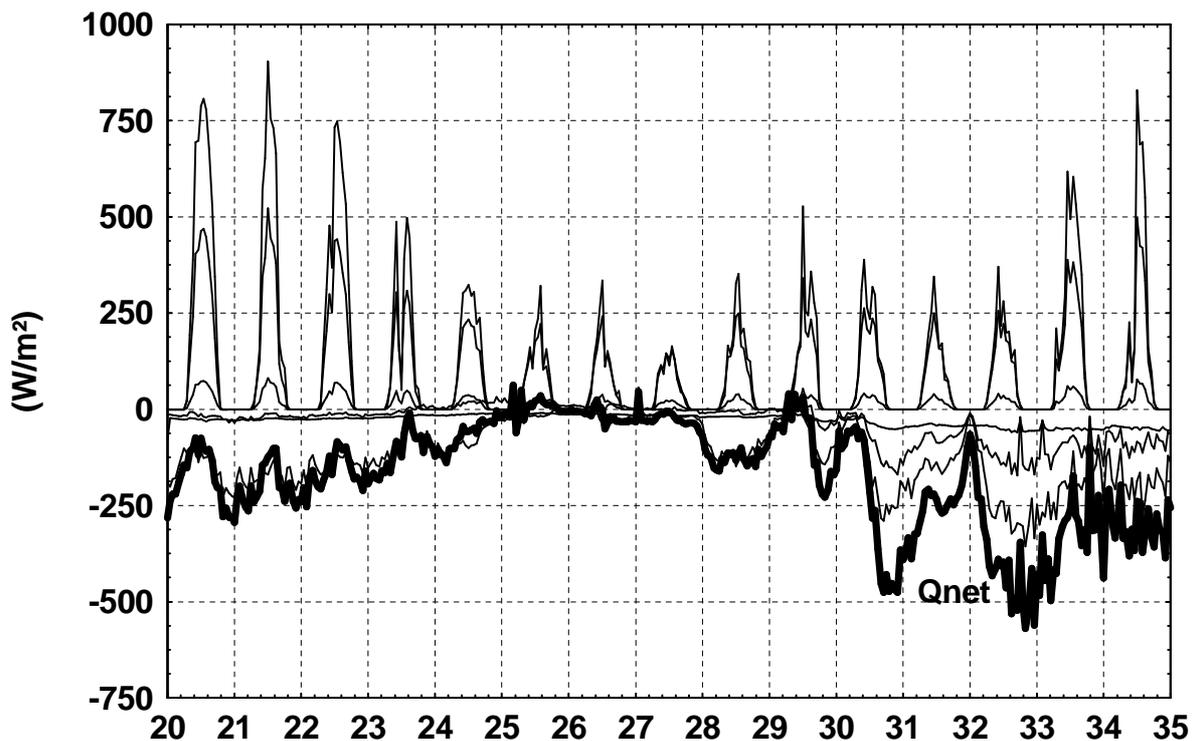
Wochenbericht 3; M87/1a (31.3. – 5.4. 2012)

Auf der Reise M87/1a umrunden wir das Dreieck, gebildet aus den Stationen 1 bis 3 (s. Karte), um die Auswirkungen winterlicher Konvektion in unterschiedlichen hydrographischen Regimen auf die Produktion des Planktons zu beobachten. Offenbar zeichnet sich der vorangegangene Winter durch nur schwache Konvektion aus, wie unsere CTD-Daten zeigen. Nur bei Station 1 westlich der Färöer konnten wir Konvektionstiefen um die 500 m vorfinden. Die Windstärken im Arbeitsgebiet lagen bis Abschluss dieses Berichtes durchweg zwischen 6 und 8 Beaufort. Dank der guten Stabilität der METEOR mussten wir unsere Arbeiten jedoch nur einmal für 6 Stunden unterbrechen. Beim Dampfen schoben uns die Winde aus NW-licher Richtung, so dass wir, trotz des schlechten Wetters, stets gute Fahrt laufen konnten. Ab dem 30. März erreichte uns polare Luft und bewirkte starke Wärmeverluste des Ozeans, Antrieb der Konvektion. Von Ende März bis in die ersten Tage des April beobachteten wir Spitzenwerte des Netto-Wärmeflusses bis zu -500 W/m^2 (s. unten: along-track heat-fluxes), die mit heftigen Schneeschauern einhergehen. So fand auf dem Hauptdeck eine Schneeballschlacht zwischen Wissenschaft und Decksmannschaft statt.



Auf dem Weg zur Station 3 in der Nordsee östlich der Shetland Inseln legen wir zwei kurze Zwischenstationen 2.1 und 2.2 ein (s. Karte), um die dortigen hydrographischen und hydrobiologischen Bedingungen abzutasten. Wir gewinnen damit wichtige Informationen für die Planung des zweiten Fahrtabschnittes.

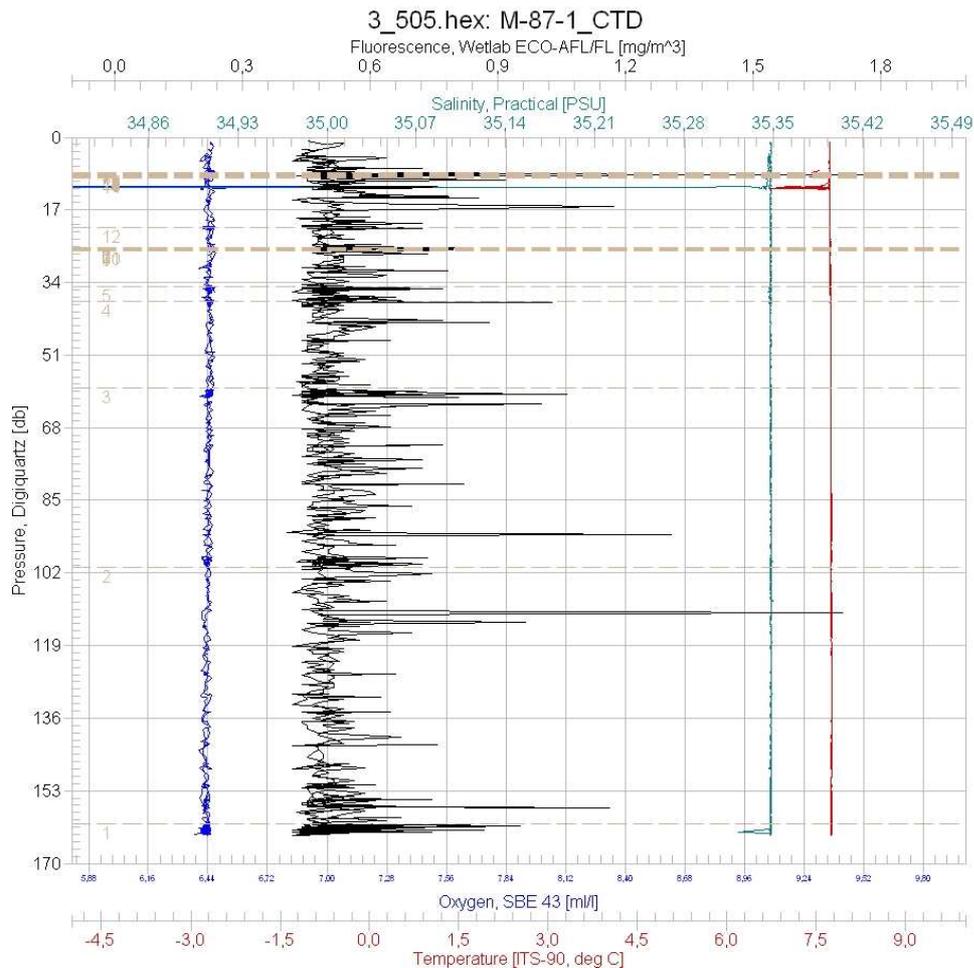
M87/1a; along-track heat-fluxes



March 2012; (32 = april 1st)

Zeitreihe der Wärmeflüsse entlang der Route von FS METEOR, berechnet aus Daten der Meteorologischen Station an Bord. Dicke Linie: Netto-Wärmefluss zwischen Ozean und Atmosphäre. Negative Werte zeigen Wärmeverlust an.

Am Montag, dem 2. April erreichen wir die südöstliche Ecke unseres Dreieckes: die Station 3. Die Messungen auf dieser Station dauerten etwa 2 Tage. Während zu Beginn der Stationsarbeiten noch Reste einer schwachen Schichtung vorhanden waren sorgte die Konvektion infolge der starken Kühlung des Ozeans inzwischen für eine völlige Homogenisierung von Chlorophyll-a, Sauerstoff sowie Temperatur und Salzgehalt (s. CTD-Profil unten). Dieser Befund ist typisch für das Schelfregime zum Ende eines Winters. Da die von uns beobachteten, hohen Wärmeverluste des Ozeans jedoch nicht anhalten werden, sie entsprechen winterlichen Bedingungen, dürfen wir für den zweiten Fahrtabschnitt mit dem Einsetzen einer ersten Frühlingschichtung und ansteigender biologischer Produktivität rechnen. Das Timing unserer Reise stimmt. Wir beobachten auf ihr den status quo ante der Frühjahresblüte.



Das CTD-Profil am Ende der Station 3 in der nördlichen Nordsee zeigt infolge von Konvektion eine völlige Homogenisierung der Wassersäule für alle Parameter (Sauerstoff: blau; Fluoreszenz: schwarz; Salzgehalt: grün; Temperatur: rot).

Am Mittag des 4. April endet der Stationsbetrieb mit einem YoYo-Profil des LOPC (Laser-Optical-Plankton-Recorder) bei Station 3.2 im Färoe-Shetland Kanal (s. Karte). METEOR nimmt Kurs auf die Färoer und wird vor Thorshavn am 5. April um 08:00 den Lotsen an Bord nehmen. Für uns endet damit der erfolgreiche erste Fahrtabschnitt der Reise M87/1. An Bord sind alle wohlauf.

Wir danken dem Kapitän und seiner Mannschaft für ihre hervorragende Unterstützung auf dieser Reise. Ihnen ist es zu verdanken, dass wir trotz anhaltend schweren Wetters unsere Messungen erfolgreich durchführen konnten.

Jan Backhaus, Fahrtleiter

Thorshavn am 5. April 2012