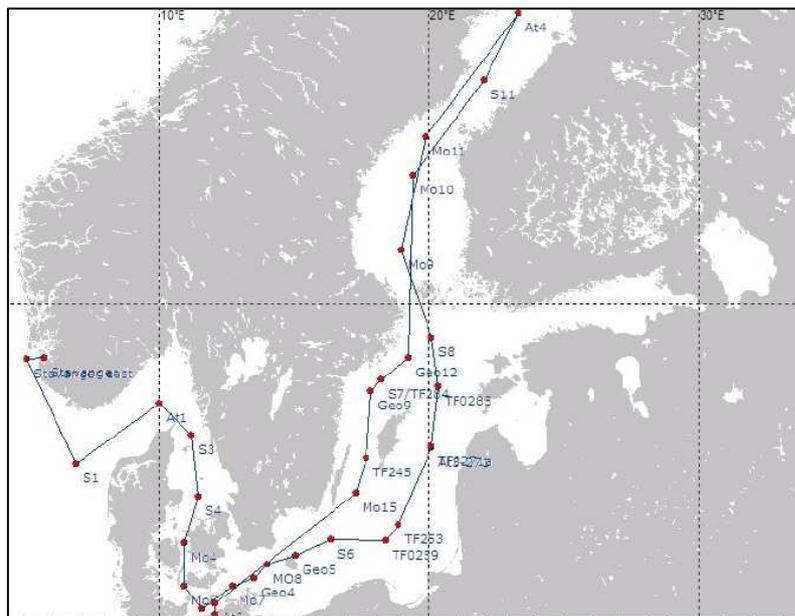


29.05.-03.06.2012



Klimaszenarien sagen voraus, dass mit ansteigender Erwärmung der Eintrag von terrestrischem organischen Kohlenstoff in die Ostsee dramatisch ansteigen wird. Dieser Kohlenstoff stammt aus den borealen Wäldern und Sumpfbereichen, welche aufgrund sich erhöhenden Niederschlags und der sich erwärmenden Böden mehr organischen Kohlenstoff freisetzen. Dieser färbt das Wasser der Flüsse bräunlich und besteht zu einem großen Teil aus Huminsäuren.

Grundsätzliches Ziel des Fahrtabschnittes M87-3a ist es, die mikrobielle Abbaubarkeit des organischen Materials nach dem Abschwemmen in die Ostsee zu untersuchen, vornehmlich untersucht im Rahmen des Projektes „Abbaubarkeit von Arktischem Terrigenem Kohlenstoff im Meer (ATKiM)“. Im natürlichen Salzgradientensystem der Ostsee sollen der biologische Umsatz dieser Substanzen und die am Umsatz beteiligten mikrobiellen Organismen unter verschiedenen Abbaubedingungen analysiert werden, um Vorhersagen über die daraus zu erwartenden CO₂-Emissionen aus Randmeeren bei entsprechenden Klimaszenarien abzuleiten. Dabei arbeiten marine Umweltchemiker mit Molekular- und Mikrobiologen zusammen, um Mikroorganismen und abbaurelevante Gene bzw. Transkripte und Enzyme zu identifizieren, die unter den jeweils spezifischen Umweltbedingungen das größte Potential zum Abbau des terrigenen Materials haben. Ergänzend werden etliche Wasserproben über den vom IOW neu entwickelten „Automatic Fixation – Injection Sampler (AFIS)“ genommen, um spätere ungestörte und standortspezifische Genexpressionsanalysen durchführen zu können.



Vereinigt auf dem FS Meteor fährt dieses daher einen horizontalen Transekt, welcher vom Skagerrak bis in den Bottnischen Meerbusen und wieder zurück nach Rostock reicht (Abb. 1).

Hierbei werden vor allem Wasser-, aber auch

Abbildung 1: Route und Stationsplan von M87-3a (29.05.-10.06.2012) Basierend auf eMission, D. Rüss, IOW.

Sedimentproben entlang des horizontalen Salinitäts-gradienten aus bis zu 5 Wassertiefen entnommen. Etliche AFIS-Probenahmen sowie Prozess- und experimentelle Studien an ausgewählten ATKiM-Stationen werden dadurch ermöglicht. Allerdings entspricht dies auch einer Distanz von etwa 2500 nm, welche in nur 13 Tagen zurückgelegt sein muss. Eine entsprechend kurze und stringente Abarbeitung der Stationen war daher von vornherein Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Durchführung dieses Abschnitts.

Nach kurzem Bunkern in Stavanger startete die Expedition am 29.05.2012 frühzeitig. Etliche der Teilnehmer des ATKiM-Projekts hatten bereits an einer ähnlichen Ausfahrt des FS METEOR im November letzten Jahres teilgenommen, waren also mittlerweile routiniert und eingearbeitet. Geübt werden musste aber der Einsatz des AFIS, welcher über den kombinierten Einsatz von Kran und Scanfish-Winde ins Wasser gelassen wird. Dies war notwendig, um einen ständigen Umbau der CTD-Winde auf AFIS- und normale CTD zu vermeiden und so Zeit einzusparen. Erprobungen erfolgten gleich nachts auf der ersten Station S1 im Skagerrak (Abb. 1, 2). Die fixierten Wasserproben wurden erfolgreich genommen; Kran- und Windenführer mussten sich allerdings, wie zu erwarten, erst aufeinander einspielen. Bereits nach der dritten Probenahme am Kattegat gelang das Aussetzen und Einholen des AFIS aber reibungslos. Bis zu unserem jetzigen Standort, Station 271 im Gotland-Tief (erreicht am 02.06), verläuft die Beprobung über AFIS mittlerweile routiniert. Allerdings hat sich erwiesen, dass die Windempfindlichkeit des Kran-/Scanfish-Systems höher ist als bei einer normalen CTD-Winde. Auch muss der AFIS regelmäßig gewartet werden, da die Dichtungen der Bottles nach einigen Einsätzen schlichtweg ausleiern.



Copyright Thorben Hofmann (www.t-h-photo.de)

Abbildung 2: Aussetzen des Automatic Fixation in situ Samplers (AFIS) an CTD-Rosette.

Die Wissenschaftler des ATKiM-Projektes konnten ihre ersten beiden Stationen, At1 im Kattegat und At3 im Gotland-Tief am 30.05. bzw. 02.06. im 400 L Wasserschöpfer (Abb.

3) beproben und die geplanten Experimente termingerecht ansetzen. Auch sämtliche bis jetzt vorgesehenen Sedimentkerne konnten gewonnen werden.



Abbildung 3: 400L-Wasserschöpfer im Einsatz.

Dies war nicht selbstverständlich, da uns ab Höhe Warnemünde aufkommender Sturm aus westlicher Richtung die Routenplanung durcheinander zu bringen drohte. Zu hoher Seegang hätte den geplanten Austausch bzw. neues Einbringen von Verankerungen im zentralen Gotland-Becken, aber auch Probenahme im 400 L Wasserschöpfer, unmöglich machen und eine alternative Route westlich von Gotland erfordern können. Dies hätte das Einhalten des Zeitplans erheblich gefährdet. Daher wurde entschieden, bei Sturm in das Gotland-Becken hinein zu fahren, auf eine vom Meteorologen prognostizierte kurzzeitige Beruhigung des Windes zu vertrauen, und alle weniger empfindlichen Arbeiten vorzuziehen. Wie vom Bord-DWD vorhergesagt beruhigte sich das Wetter etwas und so konnte bei Windstärke 7 und entsprechendem Seegang eine Verankerung geborgen und ausgetauscht (Abb. 4), sowie eine zusätzliche Verankerung mit zwei Fallen unterhalb der Deckschicht und der Halokline für Studien des Abschnitts M87-4 ausgelegt werden. Alle Arbeiten bis Station 271 sind also erledigt und der Zeitplan ist eingehalten.



Abbildung 4: Einholen der Verankerung auf Station 271 im Gotland Becken.

Neben dem Sammeln von Proben und Ansetzen von Experimenten wurden erste Ergebnisse zu Methan und Kohlendioxidkonzentrationen entlang des Transekts Skagerrak – Gotland Tief generiert:

Hintergrund dabei ist, dass die rezente Ostsee als eine schwache Senke für atmosphärisches Kohlendioxid angesehen wird. Bei verstärktem Eintrag organischen Kohlenstoffs von Land und bei einer verstärkten Respiration dieser Komponenten könnte die Ostsee sich aber durchaus in eine CO₂-Quelle verwandeln. Mit Hilfe von

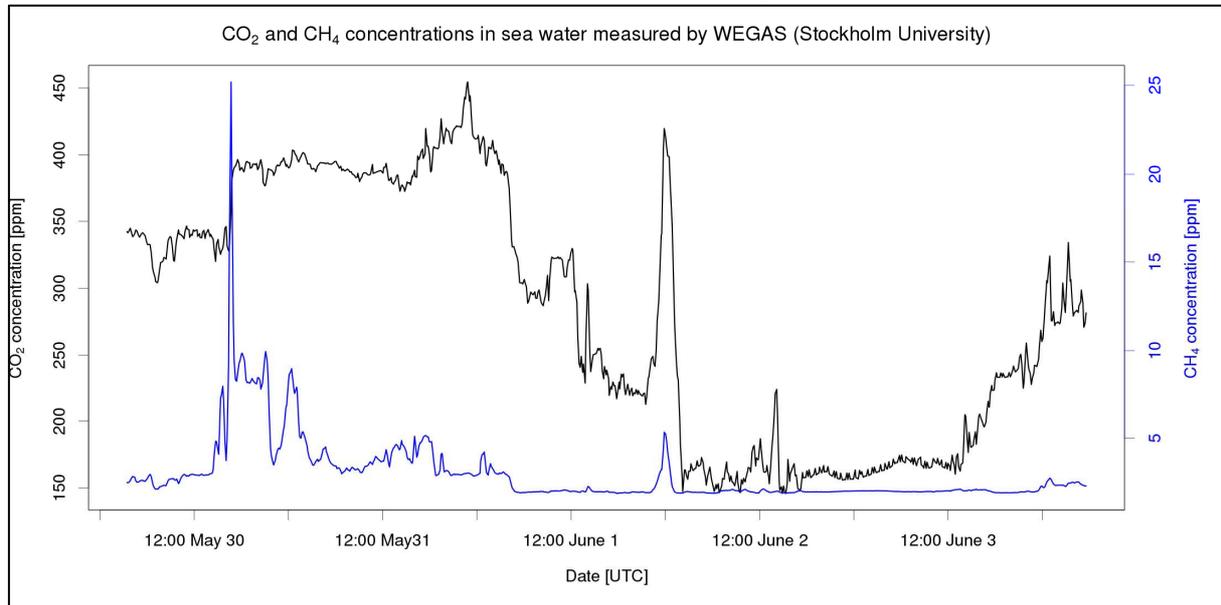


Abbildung 5: Konzentration des gelösten Kohlendioxids und Methans in der Ostsee entlang der M 87-3a Fahrtstrecke von Südwest nach Nordost (C. Humborg & M. Geibel).

kontinuierlich ausgeführten Gasmessungen kombiniert mit den Messungen der ¹³C-Kohlenstoffisotopie wird auf M 87-3a das im Wasser der Ostsee gelöste CO₂ näher charakterisiert; und zwar genau jenen Anteil des CO₂, das seinen Ursprung in den borealen Wäldern und Sümpfen hat. Dieses ist wichtig zu quantifizieren, da dieses CO₂ vermutlich ansteigt und von höchster Klimarelevanz ist: in den Sümpfen und Wäldern über einen langen Zeitraum akkumulierter und teilweise alter organischer Kohlenstoff wird plötzlich freigesetzt, mit den Flüssen in die Ostsee transportiert, dort zu CO₂ umgesetzt und letztendlich an die Atmosphäre abgegeben. Dies stellt einen sogenannten “positive feedback” zur CO₂ Konzentration in der Luft und damit zur Klimaerwärmung da. In Abb. 5 sind die Konzentrationen der Treibhausgase CO₂ und Methan (CH₄), die über die gesamte Fahrtstrecke gemessen wurden, abgebildet.

Deutlich zu sehen sind die erhöhten Konzentrationen dieser Treibhausgase in den flacheren Gebieten der Ostsee, die zuerst beprobt wurden, und die Untersättigung des CO₂ in der zentralen Ostsee die durch Algenblüten verursacht wird. In Abb. 6 ist die Isotopie des ¹³C im CO₂ dargestellt. Hierbei gilt dass je negativer das Signal, he höher der Anteil terrestrischen Kohlenstoffs der respiriert wurde. Es ist deutlich, dass je weiter nördlich Messungen durchgeführt wurden, desto höher wurde der Anteil des terrestrisch respirierten Kohlenstoffs. Diese Daten der CO₂ Isotopie wurden nach unserer Erkenntnis noch nie über einem gesamten Querschnitt der Ostsee und über alle Becken ermittelt. Diese Rohdaten müssen nun noch bereinigt und der Effekt der Über- und Untersättigung auf die Isotopie des CO₂ korrigiert werden. Danach sind wir in der Lage den isotopischen Fingerabdruck des terrestrischen und des klimarelevanten

Kohlendioxids anzugeben und letztendlich zu quantifizieren, wie viel des Kohlendioxids in der Ostsee terrestrischen Ursprungs ist.

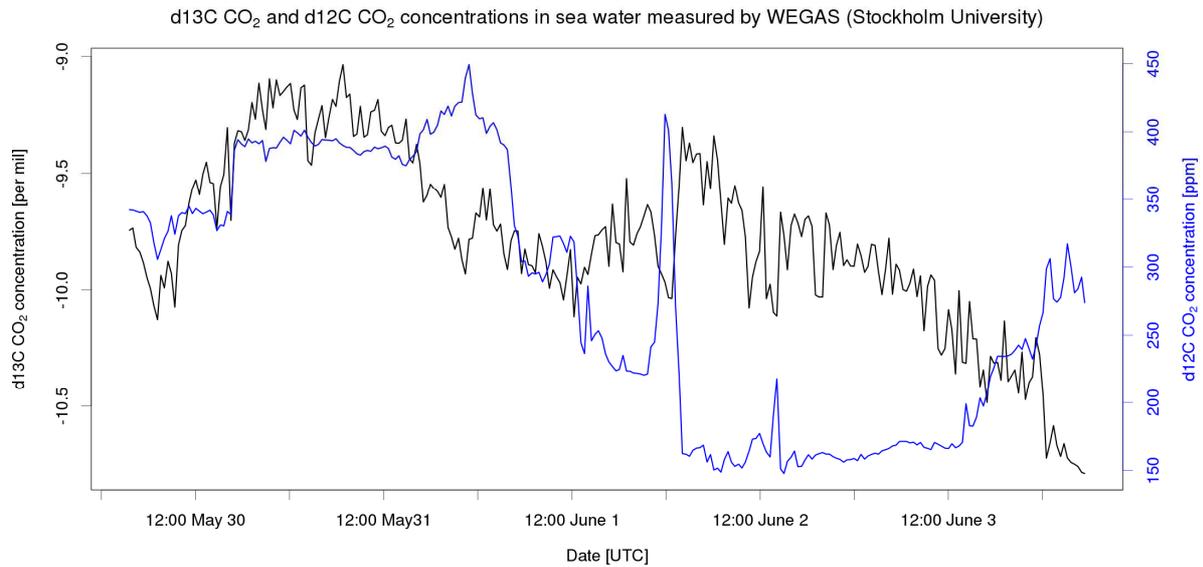


Abbildung 6: Konzentration und Kohlenstoffisotopie des gelösten Kohlendioxids in der Ostsee entlang der M 87-3 Fahrtstrecke von Südwest nach Nordost (C. Humborg & M. Geibel).

Das war die erste Woche auf dem schnell dahinfahrenden FS METEOR. Mittlerweile ist die See wieder ruhig, das Wetter schön – und wir auf dem Weg zum nördlichsten Bereich der Ostsee.

Matthias Labrenz, Fahrtleiter



Beginnend vom Gotland-Tief hat sich das Wetter auf dem zweiten Abschnitt unserer Reise enorm verbessert. Die völlig ruhige Ostsee wirkt, insbesondere auf den Stationen in der Einsamkeit des Bottnischen Meerbusens, fast etwas beunruhigend, da so ungewohnt. Den Probenahmen bzw. Experimenten an Bord kommt die Flaute aber sehr entgegen, so dass der relativ windempfindliche AFIS und auch das Zooplanktonnetz problemlos zu handhaben sind.

Selbst der MUC (Abb. 1) kann so umsichtig aufs Sediment gesetzt und ausgelöst werden, dass die veranschlagte Probenahmezeit weit unterschritten wird. Über die gesamte Expedition misslingt keine einzige MUC-Probenahme, das spart. Ein Kern birgt zudem eine Überraschung: der MUC scheint so lautlos in die Tiefe gegliedert zu sein, dass ein Neunauge, lebend und unversehrt, gefangen und mit an Bord gehievt wird.



Abbildung 1: Einholen des MUC auf der letzten zu beprobenden Station Mo15 (Foto: Thorben Hofmann).

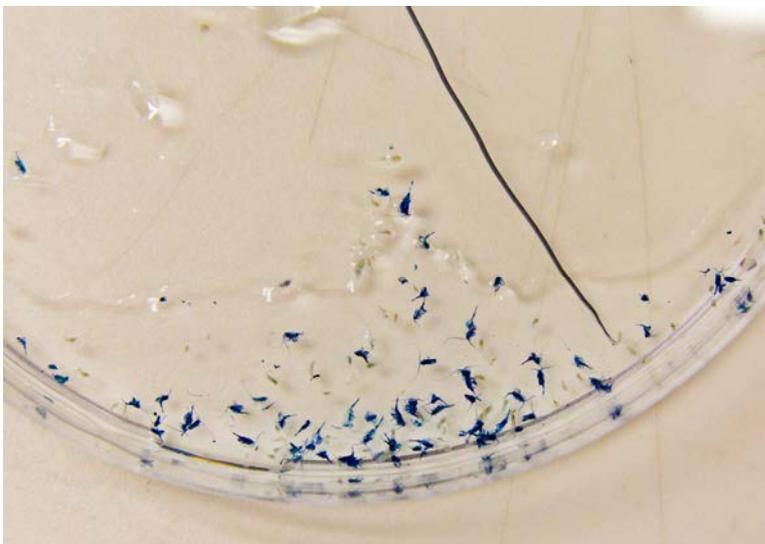


Abbildung 2: Einholen des Zooplanktonnetzes (Foto: Thorben Hofmann)

Die Stationen bis hin zur nördlichsten At4 werden daher routinemäßig abgearbeitet: Wasserbeprobung über CTD und Aufarbeitung, *in situ* Fixierung des Wassers über AFIS und Aufarbeitung, MUC und Aufarbeitung der Sedimentkerne, abschließend Zooplanktonnetz. Dies ineinander verschachtelt, und bei intensiver gegenseitiger Unterstützung der einzelnen Arbeitsgruppen, ermöglicht es, dass nach dem Sturm und Zeitverlust im Gotland Tief erneut ein „Schlechtempuffer“ von etwa 10 Stunden heraus gearbeitet werden kann. Den wir letztendlich aber nicht in Anspruch nehmen müssen.

Auf der nördlichsten Station At4 findet am 05.06.2012 die letzte Wasserprobenahme für die Experimente zum mikrobiellen Abbau organischen Materials durch die Teilnehmer des Projektes „Abbaubarkeit von Arktischem Terrigenem Kohlenstoff im Meer (ATKiM)“ statt. At4 ist ein besonders wichtiger Standort für ATKiM. Die Salinität des Wassers beträgt nur etwa 2,5 und hier drainieren auch die Flüsse Kemijokki, Torneälven, Kalixälven, und Luleälven in die Ostsee, nachdem sie weite Bereiche borealer Wälder und Sümpfe durchquert haben. Um das im Wasser der Ostsee gelöste CO₂ bei noch geringeren Salinitäten untersuchen zu können, verlassen wir – vorsichtig - Station At4 in flacheres Gewässer Richtung Norden. Unsere Hoffnung ist, in stärker von Flusseinträgen beeinflusstes Gebiet zu fahren. Dies gelingt, und bei einer Salinität von nur 1,5 können Gasmessungen kombiniert mit den Messungen der ¹³C-Kohlenstoffisotopie durchgeführt werden. Ein großer Erfolg, der uns dann wieder Richtung Süden trägt.

Im Landsort-Tief erwartet uns eine neue Herausforderung. Der AFIS soll erstmals bis auf 450 m gefahren werden, das Doppelte seiner bisherigen Maximaltiefe. Nach scheinbar ewig langer Wartezeit dann aber erst einmal Ernüchterung. Gerade der 450 m Schöpfer ist ausgefallen – aber noch intakt. Also noch einmal, und diesmal funktioniert es. AFIS ist mindestens bis zu 450 m, und damit für alle Bereiche der Ostsee, einsetzbar.



Bereits beginnend vom Skagerrak bis zur nördlichsten Ostsee wurden Zooplankton, aber auch Fischeier, mit dem Planktonnetz gesammelt (Abb. 2). Darauf basierend wurden erste Versuche zur Unterscheidung von morphologisch sehr ähnlichen, aber taxonomisch unterschiedlichen Zoo-

Abbildung 3: Über 18S rRNA basierte Gensonden gefärbtes Zooplankton (Foto: Thorben Hofmann)

planktonarten durchgeführt. Über spezifische ribosomale Gensonden, welche den Organismus insgesamt blau färben ist es gelungen, distinkte Organismen schnell und direkt zu identifizieren (Abb. 3) Eine weitere Optimierung muss noch folgen, aber erste vielversprechende Schritte sind getan.



Abbildung 4: Die Teilnehmer der Expedition M87-3a auf unserer nördlichsten Station At4: Lächeln bei Juni-Temperaturen von 5°C (Foto: Thorben Hofmann).

Nach nur knapp zwei Wochen Reise auf dem FS METEOR durch (fast) die gesamte Ostsee blicken wir (Abb. 4) auf eine erfolgreiche Expedition zurück, der nun etliche Experimente und Auswertungen an Land folgen werden. Dazu allen Teilnehmern weiterhin viel Erfolg.

Matthias Labrenz, Fahrtleiter