



Forschungsschiff Maria S. Merian

Expedition MSM-56; 02.07. - 25.07.2016

Longyearbyen – Reykjavik



1. Wochenbericht

02.07. - 03.07.2016

Welchen Einfluss hat die globale Klimaerwärmung auf die Chemie und die Ökologie arktischer Fjorde und Küsten? Die Expedition MSM-56 des Forschungsschiffes Maria S. Merian soll einen Beitrag zur Beantwortung dieser Frage leisten. Klimaaufzeichnungen und -prognosen für die Zukunft zeigen, dass die Erwärmung der Atmosphäre in der Arktis besonders schnell voranschreitet. Als Folge wird eine verstärkte Schmelze der Gletscher und des Grönländischen Eisschildes beobachtet. Dies führt zu einer Änderung des Wasserhaushaltes, des Salzgehaltes, des Materialtransportes und der Ökologie in arktischen Fjorden und Küstengewässern. Diese Veränderungen wollen die 22 Chemiker, Biologen und Physiker in drei verschiedenen arktischen Fjorden untersuchen: im Kongsfjord (Spitzbergen), im Scoresby Sund (Ostgrönland), und im eisfreien Arnarfjörður (Island).

Die Teilnehmer sind aus Deutschland, den Niederlanden, Dänemark, Norwegen, Schweden, Finnland und den USA angereist. Nach drei Jahren Planungszeit war bei allen die Vorfreude auf diese Expedition groß. Geänderte Liegezeiten im Hafen von Longyearbyen auf Spitzbergen führten dazu, dass die Maria S. Merian nach den Verladearbeiten bereits am frühen Morgen des 2. Juli den Hafen verlassen konnte. Während der Anreise zum Kongsfjord, unserer ersten Probenregion, wurden zahllose Geräte in den Labors installiert. Bereits am Morgen konnte somit an der Mündung des Fjordes die erste Teststation stattfinden. Eine solche Station ist immer sinnvoll und hilfreich, um die geplanten Beprobungen und Abläufe an Bord aufeinander abzustimmen.



Mündung des Kongsfjord zu Mitternacht (Foto: B. Koch).



Kongsbreen (Foto: B. Koch)

Das Wetter hätte nicht besser sein können: in dieser Zeit des Jahres, kurz nach der Sommersonnenwende, steht die Sonne nachts immer noch weit über dem Horizont. Während der nächtlichen Einfahrt in den Kongsfjord taucht sie die schnee- und eisbedeckten Berge Spitzbergens in ein atemberaubendes Licht. Ein erster Wal und Robben wurde auch gesichtet. Hier wird allen klar, dass eine Beprobung in dieser Region der Erde nicht nur viel Arbeit bedeutet, sondern auch ein großes Privileg ist. Nach unserer Ankunft im inneren Teil

des Fjords, direkt vor dem Kongsfjord-Gletscher (Kongsbreen), begann unser intensives Stationsprogramm, das mit besonders umfangreichen Arbeiten im Labor verbunden ist. Dank der großartigen Zusammenarbeit mit der Crew der Merian sind die Feldarbeiten jetzt in vollem Gange. Alle Teilnehmer an Bord sind wohllauf und hoch motiviert zum Gelingen der Reise beizutragen. Zu den Details unserer Untersuchungen berichten wir dann im nächsten Wochenbericht.

Herzliche Grüße aus dem Kongsfjord, im Namen aller Teilnehmer der MSM56,

Boris Koch



Forschungsschiff Maria S. Merian

Expedition MSM-56; 02.07. - 25.07.2016

Longyearbyen – Reykjavik



2. Wochenbericht

04.07. - 10.07.2016

Es ist ein Sinnbild für den Hintergrund unserer Arbeiten während dieser Expedition: Die Koordinaten der ersten Station unserer Reise hatten wir an ein Langzeitprogramm der norwegischen Kollegen angepasst, um unsere Ergebnisse mit den vorhandenen langjährigen Datenreihen vergleichen zu können. Die Position der Station in der elektronischen Karte lag aber auf dem Land. Ein Trugschluss, wie sich herausstellte, denn das vermeintliche Land war die ehemalige Position eines Gletschers und zeigt, stellvertretend für die meisten Gletscher der Erde, dass deren Rückzug sehr schnell voranschreitet. Auf Grönland schmelzen beispielsweise jährlich ungefähr 300 Kubikkilometer Eis.

Wir haben in dieser Woche das komplette Programm in unserem ersten Untersuchungsgebiet, dem Kongsfjord, absolviert. Beginnend vom Innern des Fjords, an der Zunge des mächtigen Kongsbreen-Gletschers, wurden innerhalb von drei Tagen täglich vier Stationen angefahren, die sich bis zum äußeren Schelf Spitzbergens erstreckten. Ziel ist es, die biogeochemischen Stoffflüsse im Fjord und deren Abhängigkeit vom Gletschereinfluss zu bestimmen.



Großskalige Filtrationseinheit zur Trennung von Phytoplankton in verschiedene Größenfraktionen (Foto: P. Schmitt-Kopplin).

Das Team an Bord der Merian filtert große Mengen Wassers für genetische Analysen des einzelligen Phytoplanktons und der im Wasser lebenden Bakterien und Viren. Mit verschiedenen Netzen werden Zooplankton- und Phytoplanktonarten beprobt und deren Biomasse bestimmt. Ein sogenanntes Durchfluss-Zytometer kann automatisch Zellen in Wasserproben erkennen und auszählen. Im Labor wird ermittelt, wieviel Kohlenstoff durch die Algen und Bakterien aufgenommen wird (Produktion). Der Verbleib der Produktion wird durch Sedimentfallen bestimmt: diese fangen die absinkenden Partikel zur Bestimmung der Menge und Sinkgeschwindigkeit der Partikel, die unter anderem Kohlenstoff in die Sedimente transportieren können. Mit einem Aerosol-Probennehmer werden täglich zwei Filter gewonnen, auf denen die Partikel aus der Luft gesammelt

werden. Und schließlich werden anhand von Wasserproben aus verschiedenen Tiefen umfangreiche chemische Analysen durchgeführt: Der Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt und die optischen Eigenschaften des Wasser werden direkt an Bord bestimmt. Später in den Laboren daheim sollen die Proben auf Nährstoffe, die chemische Zusammensetzung des Wassers (Spuremetalle und organische Verbindungen) und das Alter der organischen Materie untersucht werden. Selbst der Beitrag des Schmelzwassers kann anhand chemischer Signaturen im Wasser bestimmt werden (Helium-Gehalt und isotopische Zusammensetzung des Wassers).

Man sieht, die Liste der Arbeiten, die an jeder Station zu absolvieren sind, ist lang und in den ersten Tagen ist der Schlaf etwas kurz gekommen. Ruhiger ging es dann zu, als wir die Überfahrt nach Grönland entlang des 75. Breitengrads antraten. Täglich wurden zwei Stationen beprobt, die Vergleichsdaten zu einer fast zeitgleichen Expedition des Forschungsschiffs Polarstern entlang des 79. Breitengrades liefern sollen.



Ankunft am Scoresby Sund (Ostgrönland). Am südlichen Eingang des Fjords erscheinen die 500 m hohen Basaltfelsen und zahlreiche Eisberge (Foto: B. Koch).

Nach einer teilweise recht stürmischen Passage durch die Grönlandsee sind wir heute (10. Juli) an der Mündung des Scoresby Sunds angekommen - unserem Hauptuntersuchungsgebiet. Die Eisbedingungen haben sich sehr zu unserem Vorteil entwickelt, so dass wir die Arbeiten an der Fjordmündung direkt aufnehmen konnten.

Das gesamte Team ist bei bester Stimmung, nicht zuletzt durch die exzellente Unterstützung der Techniker, Elektroniker und Nautiker an Bord. Und

schließlich trägt das ausgezeichnete Essen bei, während der Mahlzeiten neue gemeinsame Ideen zu entwickeln.

Herzliche Grüße von der Merian, im Namen aller Teilnehmer der MSM56,

Boris Koch



Forschungsschiff Maria S. Merian

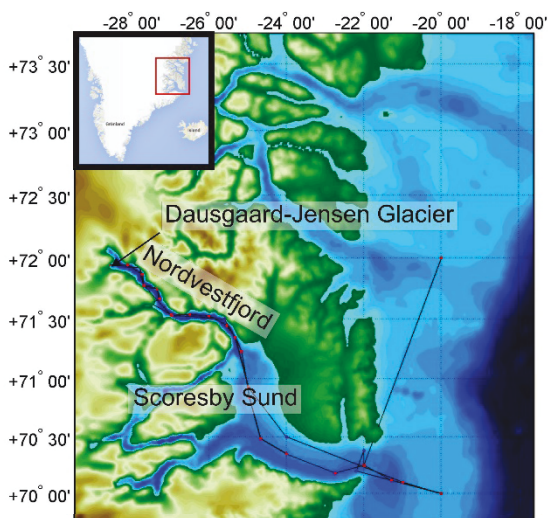
Expedition MSM-56; 02.07. - 25.07.2016

Longyearbyen – Reykjavik



3. Wochenbericht

11.07. - 17.07.2016



Lage des Scoresby Sunds in Ostgrönland.

Der Scoresby Sund, auf grönländisch Kangertittivaq, ist der größte Fjord der Welt und Hauptuntersuchungsgebiet unserer Expedition. Täglich beeindruckt uns die Ausmaße dieses Fjordsystems: Der Eingang zum Scoresby Sund ist mit gut 29 km Breite mehr als doppelt so breit wie die Straße von Gibraltar. Die Fläche des Fjordsystems ist vergleichbar mit der Fläche Dänemarks. Zu Beginn der Woche haben wir die 350 km lange Strecke von der Mündung zum inneren Ende des Nordvestfjords zurückgelegt, an dessen Ende der mächtige Daugaard-Jensen Gletscher liegt, der rund 4% des grönländischen Eisschildes drainiert.

Im Einzugsgebiet des Scoresby Sunds finden sich zahllose weitere Gletscher, die von den bis zu 2000 m hohen Bergen herabfließen und für die Bildung der Fjorde verantwortlich sind. Die eiszeitlichen Gletscher haben die Fjorde tief ausgekerbt und dabei bis zu 1600 m tiefes Wasser hinterlassen. Gleichzeitig ist dieses Gebiet Geburtsstätte vieler Eisberge - Kolosse von 40-50 m Höhe und 1 km Länge waren während unseres Transits keine Seltenheit. Bei dauerhaft strahlendem Sonnenschein konnten wir häufig beobachten wie Teile dieser Riesen abbrachen oder kenterten. Die größte Dichte an Eisbergen fand sich am Daugaard-Jensen Gletscher, wo unser Stationsprogramm wieder begann.

Trotz der Größe des Scoresby Sunds, ist die Zahl der wissenschaftlichen Untersuchungen, die sich mit den Prozessen im Wasser des Fjords beschäftigt haben, äußerst gering. Mit unserer Stationsarbeit haben wir auch eine kleine Zeitreise unternommen: Eine der wenigen gut dokumentierten Studien im Scoresby Sund war eine Expedition mit dem Forschungsschiff Polarstern, das im September 1990 die Region im Rahmen einer geologischen Untersuchung besuchte. Die gute Dokumentation der Daten und deren Verfügbarkeit in der Datenbank PANGAEA erlaubten es uns, Temperatur- und Salzgehaltsprofile unserer Messungen mit den Untersuchungen von vor 26 Jahren direkt zu vergleichen. Bei identischen Salzgehalten in der Tiefe des Fjords fanden wir in unseren Messungen eine



Maria S. Merian ist zwischen den Eisbergen, die vom Dausgaard-Jensen Gletscher abbrechen, kaum mehr zu erkennen. Es war keine Seltenheit, dass die Kolosse die obere Antenne des Schiffs (33m) deutlich überragten.

Abweichung der Temperatur um knapp $+0.5^{\circ}\text{C}$ – aus ozeanografischer Sicht ein enormer Unterschied. Diese Erwärmung des tiefen Wassers könnte auf einströmendes wärmeres Wasser aus der Grönlandsee zurückzuführen sein, eine Hypothese, die in der Nachbereitung der Daten zu klären sein wird.

Mit der großen Zahl an Gletschern und Eisbergen und deren Süßwassereintrag verändert sich entlang des Nordvestfjords bis zur Mündung der Salzgehalt in der Wasseroberfläche. Bis zu 250 m Tiefe mischt sich das Süßwasser mit dem unterliegenden

Salzwasser. Dies ist für unsere Untersuchungen von Bedeutung, da wir uns besonders für die Veränderung der Biologie und Chemie bei unterschiedlichen Salzgehalten interessieren.

Wenige Wissenschaftler des Teams können schon an Bord Daten auswerten, während viele andere erst auf die Analysen daheim im Labor warten müssen. Prof. Bente Edvardsen von der Universität Oslo und Dr. Mar Fernandez von Norwegischen Polarinstitut bestimmen Wachstum und Spezies der Algen unter dem Mikroskop und stellen große Unterschiede zwischen dem Kongsfjord, unserem ersten Untersuchungsgebiet, und dem Scoresby Sund fest. Prof. Rudi Amann und Jörg Wulf vom Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen sowie Prof. Leigh McCallister von der Virginia Commonwealth Universität ermitteln Art, Anzahl und das Wachstum der Bakterien im Wasser, und finden ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den Fjorden.

Nachdem bisher alle Pläne unserer Reise perfekt aufgegangen sind, gab es am Freitag einen kleinen Wermutstropfen: wir hatten eine zweitägige Zeitserie an einer festen Station geplant, die uns Aufschluss über tageszeitliche Änderungen in der Wassersäule geben sollte. Da wir an dieser Station aber nur sehr geringe Chlorophyllgehalte fanden, musste die Zeitreihe aufgeschoben werden. Am heutigen Sonntag war die Algenproduktion in der Wassersäule immer noch sehr gering, so dass wir beschlossen haben, die Zeitreihe auf 24 Stunden zu verkürzen und lediglich zwei Tidenzyklen am Ausgang des Nordvestfjords zu erfassen. Etwas wehmütig werden wir morgen diese atemberaubende Umgebung verlassen und uns wieder zum Ausgang des Scoresby Sunds zurückarbeiten.

Herzliche Grüße von der Merian, im Namen aller Teilnehmer der MSM56,

Boris Koch



Forschungsschiff Maria S. Merian

Expedition MSM-56; 02.07. - 25.07.2016

Longyearbyen – Reykjavik



4. Wochenbericht

18.07. – 25.07.2016

Zu Beginn der letzten Woche unserer Reise haben wir die Zeitserie im Nordvestfjord abgeschlossen und mit den letzten Stationsarbeiten im Hauptteil des Scoresby Sunds begonnen. Diese Arbeiten begannen mit einem Einsatz des Fächerecholots, mit dem wir einen besseren Einblick in die Bodentopographie erhalten wollten. Schwellen am Eingang eines Fjordes sind Überbleibsel der eiszeitlichen Gletscher und können den Wasseraustausch in den Fjorden entscheidend bestimmen. Schon im Nordvestfjord zeigte sich, dass die wenigen vorhandenen topographischen Daten die tatsächlichen Tiefen des Fjords nicht richtig wiedergeben. So fanden wir mit dem Fächerecholot auch einige Bereiche am Eingang des Nordvestfjords, die deutlich flacher waren als auf den Seekarten verzeichnet. Nach Abschluss unseres Stationsprogramms, zeigte sich der Scoresby Fjord bei sonnig-nebligen Bedingungen noch einmal von seiner schönsten Seite, die die Speicherkarten der Kameras an Bord füllten.



Ausgang des Scoresby Sunds bei aufkommendem Nebel.

Die Weiterreise nach Island startete einen halben Tag früher als geplant, um eine Fahrteilnehmerin abzusetzen, die aus familiären Gründen das Schiff verlassen musste. Am Morgen des 20.07. begannen wir mit den Arbeiten im Arnarfjörður (Adlerfjord), dem dritten und letzten Fjord, den wir auf dieser Reise besuchen. Der Adlerfjord ist Teil der sogenannten Westfjorde in Island und vergleichbar mit der Größe des Kongsfjords, den wir in Spitzbergen untersucht haben. Für das biogeochemische Verständnis der Fjordssysteme insgesamt ist der Adlerfjord für uns wichtig, da er im Polargebiet liegt, aber im Gegensatz zum Kongsfjord und zum Scoresby Sund nicht mehr von Gletschern beeinflusst wird. Es wird ein wichtiger Teil unserer Auswertungen sein, welche Unterschiede auf unterschiedliche starke

Vergletscherung zurückzuführen sind. Dr. Uwe John und Dr. Sylke Wohlrab vom Alfred-Wegener-Institut und Dr. Lennart Bach (GEOMAR, Kiel) untersuchen beispielsweise Unterschiede in Artenzusammensetzung und Funktion der einzelligen Algen. Dr. Dedmer van de Waal (Netherlands Institute of Ecology) bestimmt, wie viele der produzierten Algen von Zooplankton gefressen wird. Die Chemiker an Bord, wie zum Beispiel Prof. Philippe Schmitt-Kopplin (Helmholtz Zentrum München) und Dr. Oliver Lechtenfeld (Helmholtz Zentrum für Umweltforschung, Leipzig), untersuchen den Kohlenstofffluss und die chemische Zusammensetzung des organischen Materials im Wasser. Beides hängt direkt mit der Artenzusammensetzung und der Produktivität des Planktons zusammen. Unsere Hypothese ist, dass es einen Zusammenhang mit dem Salzgehalt gibt, der wiederum von dem Eintrag von Schmelzwasser als Folge der Klimaerwärmung zusammen hängt.



Der eisfreie Arnarfjörður (Island) als wichtige Referenz für unsere Arbeiten.

In der Mitte des Arnarfjörður hatten wir als Attraktion über mehrere Stunden einen Minkwal zu Besuch, der den Einsatz jedes Gerätes genau begutachtete. Nach zehn Stationen endete für uns das Probennahmeprogramm. Zahlreiche Teilnehmer hatten noch einen Nachlauf bei den Laborarbeiten von anderthalb Tagen. Extraktionen und Inkubationen wurden durchgeführt und parallel wurde die Ausrüstung wieder gepackt und im Container verstaut. Am 25.07. um 8:40 erreichten wir planmäßig den Hafen von Reykjavík. Insgesamt konnten wir bei den sehr guten Wetterbedingungen mehr Stationen absolvieren als wir ursprünglich geplant hatten und das Team ist mehr als zufrieden mit dem Verlauf der Fahrt. Nun wird es, zurück in den Labors der Heimatinstitute, an die langwierigen Analysen der Proben gehen. Wir sind alle sehr gespannt auf die Ergebnisse.

Der Erfolg der Expedition MSM56 ist ganz besonders dem Einsatz und der Kompetenz von Kapitän Ralf Schmidt und seiner Besatzung zu verdanken. Dafür, und für die freundliche und kollegiale Atmosphäre an Bord, möchten wir uns sehr herzlich bedanken.

Mit besten Grüßen aus Reykjavík,

Boris Koch