

MSM 43

St. John's – Nuuk

25.5.2015 – 27.6.2015



1. Wochenbericht

(25.5.2015 – 31.5.2015)

Am Montag den 25. Mai begann in St. John's, Kanada die Reise MSM 43. Ziel der Fahrt sind ozeanographische Messungen im nordwestlichen Nordatlantik (Neufundlandbecken und Labradorsee). An Bord sind Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Universität Bremen (Institut für Umweltphysik, IUP), des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), und der University of Alberta, Kanada. Nach einem 36-stündigen Transit von St. John's in Richtung Osten über Grand Banks und Flemish Cap begann bei idealen Wetterbedingungen das wissenschaftliche Programm mit dem akustischen Auslesen eines am Meeresboden liegenden Inverted Echo Sounder (PIES) und der Aufnahme einer Strömungsmesserverankerung. Beide waren vor einem Jahr auf der Maria S. Merian Reise MSM38 dort ausgelegt worden und haben in dieser Zeit kontinuierlich Daten aufgezeichnet.

PIES messen, wie ein umgedrehtes Echolot, die Laufzeit eines Schallsignals vom Meeresboden bis zur Wasseroberfläche und zurück. Da die Geschwindigkeit des Schalls im Meer von Temperatur und Salzgehalt abhängen, können die gemessenen Schwankungen der Laufzeit in Änderungen von Temperatur und Salzgehalt des Wassers umgerechnet werden. Die Zeitreihen der Strömungsmesser liefern Informationen über die Stärke und Struktur des tiefen westlichen Randstroms, der entlang des amerikanischen Kontinentalabhangs kaltes Wasser aus hohen Breiten nach Süden bringt. Die geborgenen Strömungsmesser werden an Bord ausgelesen und mit frischen Batterien versehen um in der zweiten Hälfte der Reise an der gleichen Stelle wieder ausgelegt zu werden.

Das wissenschaftliche Programm der Reise MSM 43 dient mehreren Zielen. Einmal geht es um die langzeitlichen Schwankungen der Stärke



Aufnahme einer Verankerung aus dem tiefen westlichen Randstrom bei 47° N.

© A. Schneehorst



Akustischer Strömungsmesser aus der geborgenen Verankerung. © A. Schneehorst

des Subpolarwirbels, dessen Hauptkomponenten Nordatlantikstrom (NAC) und tiefer westlicher Randstrom (DWBC) durch die Messung von Zeitreihen mit PIES und Verankerungen am Mittelatlantischen Rücken sowie entlang von 47°N untersucht werden. Der NAC bringt warmes, salzreiches Wasser aus den Subtropen in hohe Breiten, während der DWBC im Ausgleich dazu kaltes, salzärmeres Wasser exportiert. Ein weiteres Ziel ist die großräumige Kartierung von anthropogenen Spurenstoffen (SF6 und CFCs) um die Bildungsrate von Labradorseewasser (LSW) zwischen 2013 und 2015 zu bestimmen.

Nach einem Transit von der Position der Verankerungsaufnahme in Richtung Nordwesten begannen wir am späten Abend des 27. Mai im Norden von Flemish Cap mit unserem ersten hydrographischen Schnitt in Richtung Cape Farewell an der Südspitze von Grönland. Hier wird mit CTD-Messungen und der Analyse von Wasserproben die vertikale Schichtung der Wassermassen untersucht. Zusätzlich liefern mit der CTD gefierte akustische Strömungsmesser Informationen über die großräumige Zirkulation in der Region.

Am 30. Mai Morgens mussten wir nach 16 Stationen aufgrund der Wetterbedingungen die Arbeiten unterbrechen. Ein Tiefdruckgebiet nördlich von uns sorgte für bis zu 9 Windstärken und eine starke Dünung. Am Sonntag den 31. Mai hatte sich das Wetter soweit beruhigt, dass die Messungen in Richtung Grönland fortgesetzt werden konnten. Hier fanden sich, unterhalb einer dünnen Deckschicht an der Oberfläche, bis in eine Tiefe von 1500 m nahezu konstante Werte von Temperatur, Salzgehalt und Sauerstoff. Der niedrige Salzgehalt und die hohen Sauerstoffwerte in dieser Schicht zeigen, dass es sich um neues LSW handelt. Diese Schicht wurde im vergangenen Winter durch starke Abkühlung an der Meeresoberfläche und dadurch erzeugte tief reichende Konvektion gebildet. Die grosse Dicke dieser Schicht lässt vermuten, dass im vergangenen Winter vergleichsweise viel neues LSW gebildet wurde.

Im Namen aller Fahrtteilnehmerinnen und Fahrtteilnehmer viele Grüße von Bord
Christian Mertens

MSM 43

St. John's – Nuuk

25.5.2015 – 27.6.2015



2. Wochenbericht

(1.6.2015 - 7.6.2015)

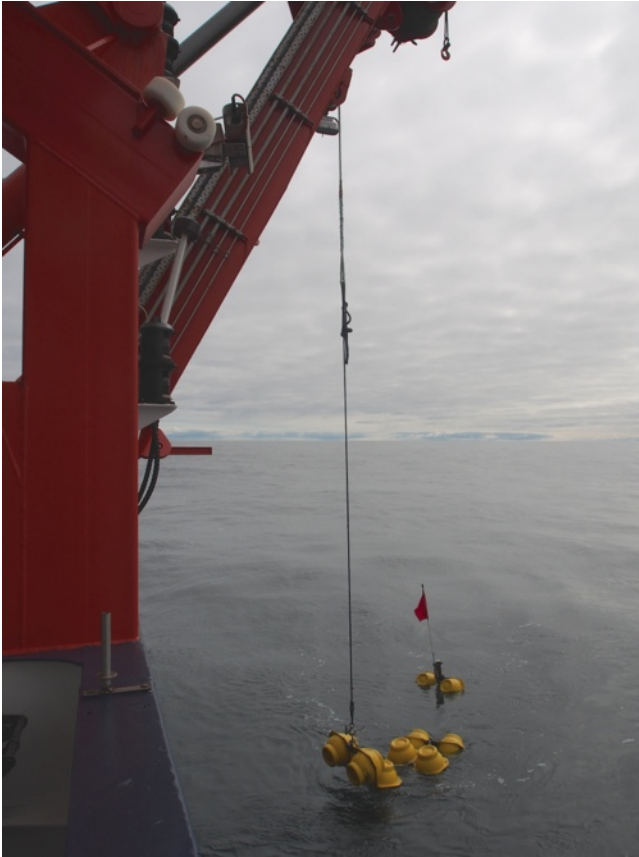
Am Montag den 1.6. konnten wir zunächst unseren CTD-Schnitt zwischen Flemish Cap und Cape Farewell fortsetzen. Allerdings nahm der Wind stetig zu und am Vormittag zwang uns das Wetter die Stationsarbeiten zu unterbrechen. Bei 9-10 Windstärken musste die Maria S. Merian einige Stunden abwettern, bevor die Messungen fortgesetzt werden konnten. Die Eiskante erreichten wir am Dienstagmorgen und für die nächsten Stunden machten wir CTD-Stationen in der Nähe einiger Eisberge. Der nördlichste Punkt dieses CTD-Schnittes vor der Südspitze von Grönland war am frühen Nachmittag erreicht, und wir begannen einen neuen CTD-Schnitt in südwestlicher Richtung über die Irmingersee. Gutes Wetter mit ruhiger See und klarer Sicht bis zur hoch aufragenden Küste waren eine gute Entschädigung für den stürmischen Montag.

Auf dem Schnitt zwischen Grönland und dem Mittelatlantischen Rücken fanden wir wieder niedrige Salzgehalts- und hohe Sauerstoffwerte und auch hohe Konzentrationen von anthropogenen Spurenstoffen. Wie schon auf dem ersten Schnitt reichten diese Werte in Tiefen von bis zu 1500 m. Diese Messungen deuten an, dass im letzten Winter viel neues Labradorseewasser (LSW) gebildet wurde, dessen großräumige Vermessung eines der Hauptziele unserer Fahrt ist.



Aussetzen der Rosette mit Wasserschöpfern und CTD bei Cape Farewell an der Südspitze von Grönland.

Den Schnitt über die Irmingersee haben wir in der Nacht zu Freitag den 5.6. beendet und dort das nördliche Ende unseres Arrays am Mittelatlantischen Rücken erreicht. Dieses Messnetz besteht aus am Meeresboden liegenden Inverted Echo Soundern (PIES) der Uni Bremen und vier Strömungsmesserverankerungen mit zusätzlichen Temperatur- und Salzgehaltsrekordern des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH). Am Freitag und Samstag wurde jeweils eine dieser Verankerungen geborgen, in beiden Fällen bei idealen Wetterbedingungen (Wind 2-3 und gute Sicht). Die Verankerungen sind entlang des Mittelatlantischen Rückens verteilt und befinden sich jeweils am Westende der Charlie-Gibbs-, Faraday- und Maxwell-Bruchzonen. An diesen Einschnitten im Mittelatlantischen Rücken findet ein Austausch von Tiefenwasser zwischen



Auftriebskugeln und Kopfboje der Verankerung GFZ des BSH am Heck der Maria S. Merian. © J. Köhler

West- und Ostbecken des Nordatlantiks statt. Die Verankerungen wurden zum ersten Mal im Sommer 2009 dort ausgelegt und seit dem messen die Geräten kontinuierlich die Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt des Tiefenwassers sowie Strömungsschwankungen im tiefen Teil des Nordatlantikstroms (NAC).

Ebenfalls am Freitag und Samstag haben wir die beiden nördlichsten PIES des Arrays angefahren und die gespeicherten Daten über das Hydrophon im Rumpf des Schiffes ausgelesen. Eins der Geräte wurde nach dem Auslesen geborgen, das andere wird ein weiteres Jahr auf seiner Position bleiben und im Sommer 2016 geborgen. Die PIES messen die Laufzeit von Schallsignalen vom Gerät bis zur Meeresoberfläche und zurück. Die gemessenen Laufzeiten werden in Temperatur- und Salzgehaltsprofile umgerechnet. Zusammen mit den Daten des eingebauten Drucksensors kann dann der Druckunterschied zwischen jeweils zwei

Geräten bestimmt werden. Aus diesem Druckunterschied ergibt sich, ähnlich wie auf einer Wetterkarte, die Strömung zwischen den Geräten. Die PIES wurden erstmals im Sommer 2006 ausgelegt und messen seit dem ununterbrochen den Transport des NACs über den Mittelatlantischen Rücken.

Nach der Verankerungsaufnahme am Samstag haben wir einen CTD-Schnitt entlang des Messarrays begonnen und diesen am Sonntag den 7.6. fortgesetzt. Dieser Schnitt bringt uns zurück zur Position der nördlichsten Verankerung des BSH, die dort am Montag wieder ausgelegt wird.

Im Namen aller Fahrtteilnehmerinnen und Fahrtteilnehmer viele Grüße von Bord
Christian Mertens

MSM 43

St. John's – Nuuk

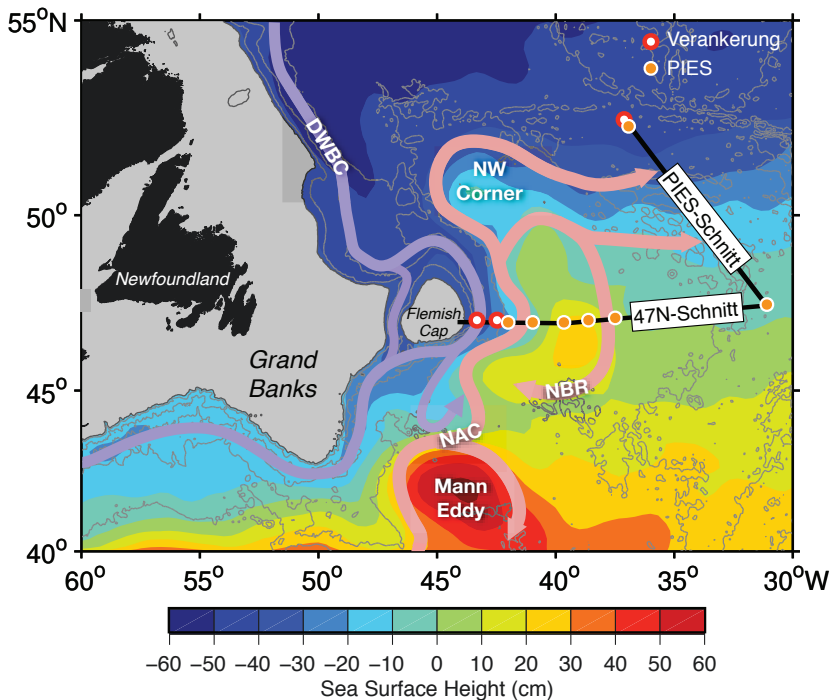
25.5.2015 – 27.6.2015



3. Wochenbericht

(8.6.2015 - 14.6.2015)

Die neue Woche begann mit der Auslegung einer Verankerung mit Strömungsmessern und Temperatur- und Salzgehaltsrekordern am Nordende unseres Arrays (*PIES-Schnitt*) westlich des Mittelatlantischen Rückens. Diese Verankerung des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) hatten wir in der vergangenen Woche aufgenommen. Die Geräte wurden in der Zwischenzeit an Bord ausgelesen und mit neuen Batterien versehen, und sind nun für ein weiteres Jahr im Einsatz. Die folgenden zwei Tage waren geprägt von einem herben Rückschlag, da die zwei südlichen Verankerungen des BSH trotz intensiver Suche und Dredgen am Meeresboden nicht gefunden werden konnten. Geräte und Daten sind daher verloren. Die CTD-Arbeiten entlang



Mittlere Abweichung der Meeresoberfläche (Sea Surface Height) von Normalnull aus Satellitenmessungen und schematische Darstellung der Hauptströmungen im Neufundlandbecken und der südlichen Labradorsee: Nordatlantikstrom (engl. North Atlantic Current, NAC), Newfoundland Basin Recirculation (NBR) und tiefer westlicher Randstrom (engl. Deep Western Boundary Current, DWBC). Die Strömungen verlaufen im wesentlichen senkrecht zur Neigung der Meeresoberfläche.

des PIES-Schnittes wurden wie geplant durchgeführt. Ein wichtiges Ergebnis der CTD-Messungen ist, dass sich in den oberen Schichten der Wassersäule ungewöhnlich viel Labradorseewasser (LSW) befindet. Dieses Wasser aus dem subpolaren Teil des Nordatlantiks scheint weit nach Süden vorgedrungen zu sein. Auf früheren Fahrten entlang dieses Schnittes war der Anteil von wärmerem Wasser, das vom Nordatlantikstrom (NAC) aus den Subtropen herangeführt wird, deutlich größer.

Das akustische Auslesen des südlichsten am Meeresboden liegenden Inverted Echo Sounder (PIES) in der Nacht zum 11.6. verlief ohne Probleme. Das PIES wurde

nach dem Auslesen geborgen da es bereits drei Jahre gemessen hatte und routinemäßig durch ein überholtes Geräte ersetzt werden sollte. Ausserdem wurden an drei Positionen entlang des Schnittes profilierende Floats ausgesetzt. Dabei handelt es sich um autonome Geräte, die jeweils 10 Tage in einer vorgegebenen Tiefe mit der Strömung driften und dann auf 2000 m abtauchen. Von dort tauchen sie auf bis zur Wasseroberfläche und messen auf dem Weg nach oben Temperatur und Salzgehalt der Wassersäule. Diese Messdaten werden zusammen mit der aktuellen Position an einen Satelliten gesendet und an Land weiterverarbeitet. Die auf unserer Reise ausgelegten Floats sind Teil eines weltweiten Netzwerks von insgesamt mehr als 3000 Instrumenten.

Am Morgen des 12.6. haben wir den CTD-Schnitt entlang 47° N (*47N-Schnitt*) begonnen und bewegen uns nun in Richtung Flemish Cap. Dieser Schnitt ist gekennzeichnet durch eine Reihe starker Strömungen die Wasser mit unterschiedlichen Eigenschaften nach Norden oder Süden transportieren. Ganz im Westen gibt es den tiefen westlichen Randstrom (das Maximum seiner Geschwindigkeit liegt nicht an der Meeresoberfläche, sondern in einer Tiefe von ungefähr 2000 m), er transportiert kaltes, relativ salzarmes Wasser aus der Labradorsee nach Süden. Östlich davon schliesst sich der Nordatlantikstrom an. Er transportiert wärmeres, salzreicheres Wasser nach Norden. Der Transport des Nordatlantikstroms ist an dieser Stelle fast viermal so groß wie über den PIES-Schnitt am Mittelatlantischen Rücken. Das überschüssige Wasser strömt größtenteils östlich vom NAC wieder nach Süden (Rezirkulation). Um die Stärke dieser Transporte und ihre Schwankungen zu Messen sind entlang des 47N-Schnittes fünf weitere PIES ausgelegt, von denen am 13. und 14.6. drei Geräte akustisch ausgelesen wurden.

Im Namen aller Fahrtteilnehmerinnen und Fahrtteilnehmer viele Grüße von Bord
Christian Mertens



Inverted Echo Sounder (PIES) an Deck der Maria S. Merian und zum Testen im Wasser.
© J. Stake

MSM 43

St. John's – Nuuk

25.5.2015 – 27.6.2015



4. Wochenbericht

(15.6.2015 - 21.6.2015)

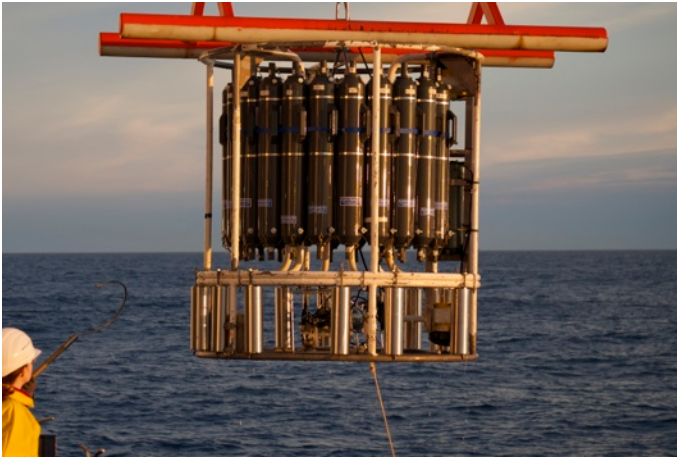
In der zurückliegenden Woche haben wir zunächst unsere CTD-Arbeiten entlang des 47N-Schnitts fortgesetzt und die letzten zwei am Meeresboden liegenden PIES konnten akustisch ausgelesen werden. Ausserdem wurden an zwei Positionen profilierende Floats ausgesetzt. Der Montag begann stürmisch mit 8-9 Windstärken. Bei Wind und See genau von vorne, kamen wir nur noch langsam voran. Am frühen Nachmittag mussten die Stationsarbeiten für einige Stunden ganz unterbrochen werden. Abends erreichten wir auf einer CTD-Station den Kern des Nordatlantikstroms, der hier mit Strömungsgeschwindigkeiten von über 3 Knoten in den oberen 300 m besonders stark war. Durch diese Strömung drifteten wir während der Station mit über 4 Seemeilen (fast 8 km) ungewöhnlich weit nach Norden.



Am Dienstag den 16.6. hatte sich das Wetter beruhigt. Wir konnten den CTD-Schnitt entlang 47°N bis zur Verankerungsauslegung am Mittwoch fortsetzen. Die beiden Verankerungen mit Strömungsmessern und Temperatur- und Salzgehaltsrekordern messen den Transport von kaltem Wasser des tiefen westlichen Randstroms (engl. Deep Western Boundary Current, DWBC) aus der Labradorsee. Dieser tiefe Labradorstrom verläuft entlang des nord-amerikanischen Kontinentalabhangs nach Süden. Östlich von Flemish Cap zeichnet sich der DWBC durch zwei



Der oberste Teil einer Verankerung, bestehend aus Kopfboje mit Sendern und Blitzlampen, Auftriebskugeln, Strömungsmesser und Temperatur/Salzgehaltsrekorder, wird über das Heck der Maria S. Merian ausgelegt.



Einholen der Rosette mit Wasserschöpfern und CTD bei Flemish Cap im Osten von Neufundland.

Stromkerne aus, einen westlichen mit maximalen Geschwindigkeiten in ungefähr 2000 m Tiefe und einen östlichen mit maximalen Geschwindigkeiten am Meeresboden. Die beiden Verankerungen messen über ein Jahr in jeweils einem dieser Stromkerne die Schwankungen der Strömungsgeschwindigkeit sowie Temperatur und Salzgehalt.

Nach der Verankerungsauslegung haben wir den CTD-Schnitt bis Flemish Cap fortgesetzt und am Morgen des 18.6. beendet. Den darauf folgenden langen

Transit in die Labradorsee konnten wir für einen Grillabend nutzen. Vielen Dank an das Team der Kombüse und die weiteren Helfer, die das trotz der nordatlantischen Bedingungen möglich gemacht haben.

In der Nacht zu Samstag den 20.6. begannen wir im Süden der zentralen Labradorsee den nächsten CTD-Schnitt in nordwestlicher Richtung. In den oberen 1500 m der Wassersäule fanden wir hier wieder die niedrigen Salzgehalts- und hohen Sauerstoffwerte des neu gebildeten Tiefenwasser aus der Labradorsee (Labradorseewasser, LSW). Interessanterweise sind hier die gemessenen Werte in der Schicht des Labradorseewassers weniger konstant, d.h. das Wasser ist weniger gut durchmischt, als auf dem ersten Schnitt dieser Reise südlich von Grönland.

In der kommenden Woche werden wir die Stationsarbeiten entlang des sogenannten AR7W-Schnittes fortsetzen. Dieser verläuft in nordwestlicher Richtung zwischen der kanadischen Seite der Labradorsee und Cape Desolation an der Westküste Grönlands. Dieser Schnitt wird seit 1990 regelmäßig von unterschiedlichen Forschungsschiffen abgefahren und diese Messungen liefern wichtige Informationen über die langfristigen Veränderungen der Wassermassen in der zentralen Labradorsee.

Im Namen aller Fahrtteilnehmerinnen und Fahrtteilnehmer viele Grüße von Bord
Christian Mertens