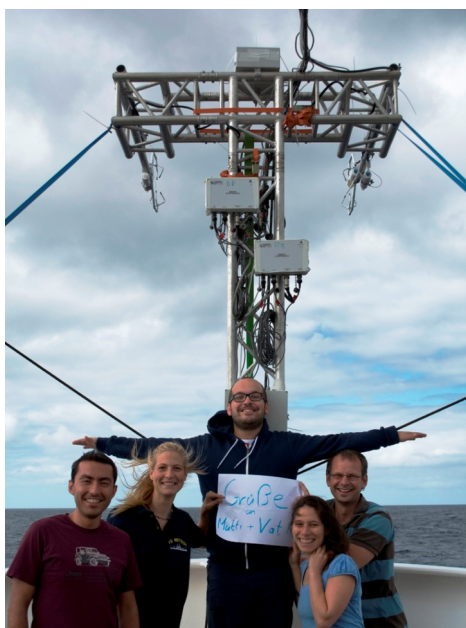


### 3. Wochenbericht M98, Fortaleza-Walvis Bay

1.7.-28.7.2013

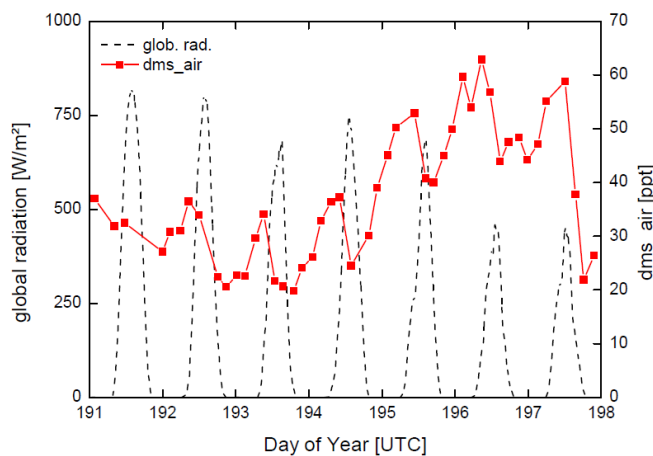
Auf dem Weg von Brasilien nach Angola konzentrierte sich die Arbeit auf Unterwegsmessungen von Strömungen, Oberflächentemperatur und –salzgehalt, Temperatur und Salzgehalt der oberen 350m und ganz besonders chemische Messungen in Ozean und Atmosphäre. In unserem 3. Wochenbericht wird deshalb das Chemie-Team, das sich mit seinen Messungen auf diesen Abschnitt der Reise konzentriert, seine Arbeit vorstellen:

Auf dem Transit der letzten Woche konnte das chemische Unterwegsmessprogramm der Chemischen Ozeanographie Abteilung des GEOMAR mit Tobias Steinhoff, Damian Arevalo-Martinez, Alex Zavarsky, Ellen Schweizer und Christa Marandino (Figure 1) ohne Unterbrechung durchgeführt werden. Die chemischen Messungen liefern Informationen über die Luft-Wasser-Konzentrationsunterschiede von verschiedenen klimarelevanten Gasen ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , DMS (Dimethylsulfid) und Aceton). Zusätzlich arbeitete das TRASE EC Team während der ersten zwei Wochen rastlos, Tag und Nacht, daran, sein Messsystem für „Eddy Covariance“ (EC), DMS, Aceton und  $\text{CO}_2$  für den Transferabschnitt der Reise fertig zu bekommen. Ziel dieser Messungen ist die direkte und gleichzeitige Bestimmung des vertikalen Gastransports in der Atmosphäre sowie der Gaskonzentrationen in Atmosphäre und Ozean. Mit solchen Messungen ist es möglich, den Gastransferkoeffizienten zu bestimmen - eine wichtige Größe für den Gasaustausch, die ansonsten typischerweise als Funktion der Windgeschwindigkeit parametrisiert wird. Direkte Messungen des Gastransports helfen damit nicht nur biogeochemische Kreisläufe in Ozean und Atmosphäre besser zu verstehen, sondern sollen langfristig auch die Berechnung des Gasaustauschs aus Luft-Wasser-Konzentrationsunterschieden dieser Gase verbessern.



**Abb 1:** Das GEOMAR Team der Chemischen Ozeanographie am Bug der Meteor vor dem Mast mit dem Eddy Covariance System. Der Mast ist mit akustischen 3D-Windmessern, einem Bewegungssensor zur Korrektur der Windmessungen aufgrund von Schiffsbewegungen und zwei Gasleitungen, die vom Mast zu den DMS/Aceton und  $\text{CO}_2$  Sensoren im Container auf dem Vorschiff führen, ausgerüstet.

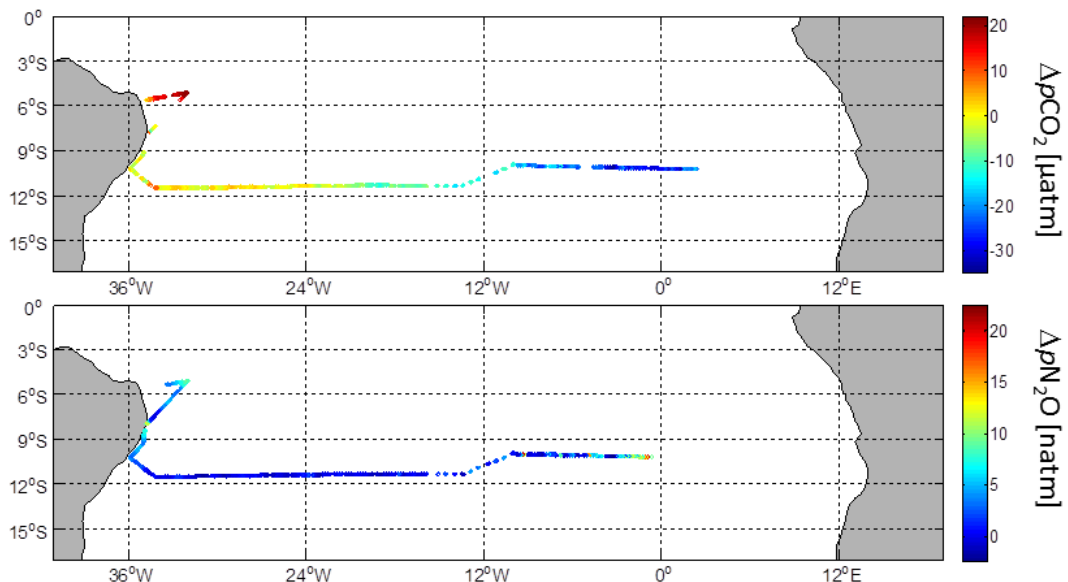
Der EC Gastransport wird aus der Kovarianz zwischen der Vertikalkomponente der turbulenten Luftbewegungen und den Konzentrationsschwankungen der verschiedenen Gase berechnet. Die Vertikalkomponente der Windgeschwindigkeit wird dabei mit einem „Campbell CSAT-3 sonic anemometer“ bestimmt. Die Konzentrationsmessungen von DMS und Aceton werden mit einem Massenspektrometer (atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometer) und von CO<sub>2</sub> mit einem Licor 7200 durchgeführt. Die typischen Messfrequenzen liegen bei den Gasmessungen zwischen 5 und 10 Hz und bei den Windmessungen zwischen 30 und 50 Hz. Die Datenströme der verschiedenen Geräte müssen für die Kovarianzberechnung zeitlich genau synchronisiert sein. Und um die Berechnungen des Gastransports nicht zu einfach werden zu lassen, muss berücksichtigt werden, dass die vertikale Windkomponente durch die Schiffsbewegungen, wie Rollen und Stampfen, beeinflusst ist. Zur Bestimmung der Schiffsbewegungen benutzen wir deshalb einen Bewegungssensor, der die 3D-Beschleunigung und die Drehungen des Schiffs erfasst.



**Abb. 2:** Atmosphärische DMS Messungen (rot). Der Tag des Jahres (DOY) 191 entspricht dem 11.07.2013. Der erwartete Tagesgang in der DMS-Konzentration wird deutlich, wenn wir ihn zusammen mit der Globalstrahlung aus den Schiffsmessungen (gestrichelte Linie) darstellen.

Die meiste Arbeit bei dieser Art von Messungen gibt es am Anfang bei der Inbetriebnahme des Systems und am Ende bei der Datenanalyse. Bei früheren Messungen hat sich gezeigt, dass möglichst kurze Gasleitungen von Vorteil sind und so sind die meisten Instrumente in einem Container auf dem Vorschiff in der Nähe des Mastes untergebracht. Um möglichst ungestörte Messungen zu bekommen (der Wind sollte immer von vorn kommen), sind alle Gaseinlässe und meteorologischen Instrumente auf dem Mast an vorderster Stelle in etwa 11 m über dem Meeresspiegel angeordnet. Gasleitungen und Kabel für analoge und digitale Signale und Daten mussten zwischen Mast und Container verlegt und fixiert werden. Diese Arbeiten einschließlich der zugehörigen Tests mussten möglichst vor dem Auslaufen des Schiffs abgeschlossen sein, da das Arbeiten am Mast auf See äußerst schwierig ist. Wenn das System dann misst, sind noch einige Bearbeitungsschritte und Korrekturen notwendig bis endlich der Gastransport in der Atmosphäre bestimmt werden kann. Dazu gehören die Berücksichtigung der Schiffsbewegungen genauso, wie Korrekturen für Fehler in der Datenübertragung oder von Störungen im Gasfluss

in den Gasleitungen. Das TRASE-EC Team hat den Schiffskonferenzraum als seine Zentrale umfunktioniert, um hier gemeinsam an der Erstellung von Programmen zur Datenanalyse zu arbeiten. Die Chancen, die Teammitglieder hier zu finden sind in der Regel sehr gut, außer nach 20 Uhr, wenn der Konferenzraum in etwas entspannterer Atmosphäre als Fernsehraum genutzt wird. Abbildungen 2 und 3 geben einen Eindruck von den chemischen Daten, die bisher gewonnen wurden.



**Abb. 3:** Unterwegsmessungen von Luft-Wasser-Konzentrationsunterschieden von  $\text{CO}_2$  und  $\text{N}_2\text{O}$ . Die ersten Messungen vor der Nordoststecke von Brasilien sind vom 2.7.2013 und die letzten Messungen vom 19.7.2013. Momentan erreichen wir ein Gebiet in dem die Konzentration von  $\text{CO}_2$  untersättigt und die von  $\text{N}_2\text{O}$  übersättigt wird. Diese Änderung im Gradienten zwischen Luft und Wasser bedeutet für die Messungen, dass wir jetzt mit stärkeren Signal rechnen können als zu Beginn der Reise.

Der Rest des Forschungsteams setzt seine Arbeiten mit der Unterwegs-CTD zur Bestimmung von Temperatur und Salzgehalt im oberen Ozean, der Datenanalyse von bereits gewonnenen Daten und der Vorbereitung auf die Messungen in angolanischen Gewässern fort. Die Messungen vor Angola werden am Sonntagabend mit einer ersten CTD-Station beginnen. Danach folgen Verankerungsarbeiten zur langfristigen Vermessung des Randstroms vor Angola, weitere CTD Messungen und Messungen mit Mikrostruktursonden vom Schiff und auf einem Gleiter.

In unserem täglichen Seminar werden von den Wissenschaftlern und Studenten an Bord die verschiedenen Themen ihrer Forschungsarbeiten vorgestellt und wir alle bekommen damit einen guten Überblick über die Vielfalt der Forschungsthemen, die während M98 bearbeitet werden.

Viele Grüße aus den Tropen,  
Peter Brandt und die Fahrtteilnehmer der Reise M98