

4. Wochenbericht MSM22, Mindelo-Mindelo

12.11.-18.11.2012

Mittlerweile neigt sich die Forschungsfahrt MSM22 ihrem Ende entgegen. Gestern haben wir die nördlichste Station des hydrografischen Schnittes entlang von 23° W erreicht. Dieser Schnitt wird seit Ende der 90er Jahre in sehr regelmäßigen Abständen im Rahmen verschiedener Programme (SFB754, PIRATA) vermessen und liefert damit eine erstklassige Möglichkeit längerfristige Veränderungen im Ozean zu untersuchen. Einer der Parameter, die uns auf dieser Reise besonders interessieren, ist der im Wasser gelöste Sauerstoff. Zwar benutzen wir mittlerweile chemische Sensoren, um den Sauerstoffgehalt hochaufgelöst zu messen, aber trotzdem bedienen wir uns immer noch einer traditionellen Methode, die schon 1888 von Ludwig Wilhelm Winkler beschrieben wurde, um diese Messungen zu kalibrieren und international vergleichbar zu machen.

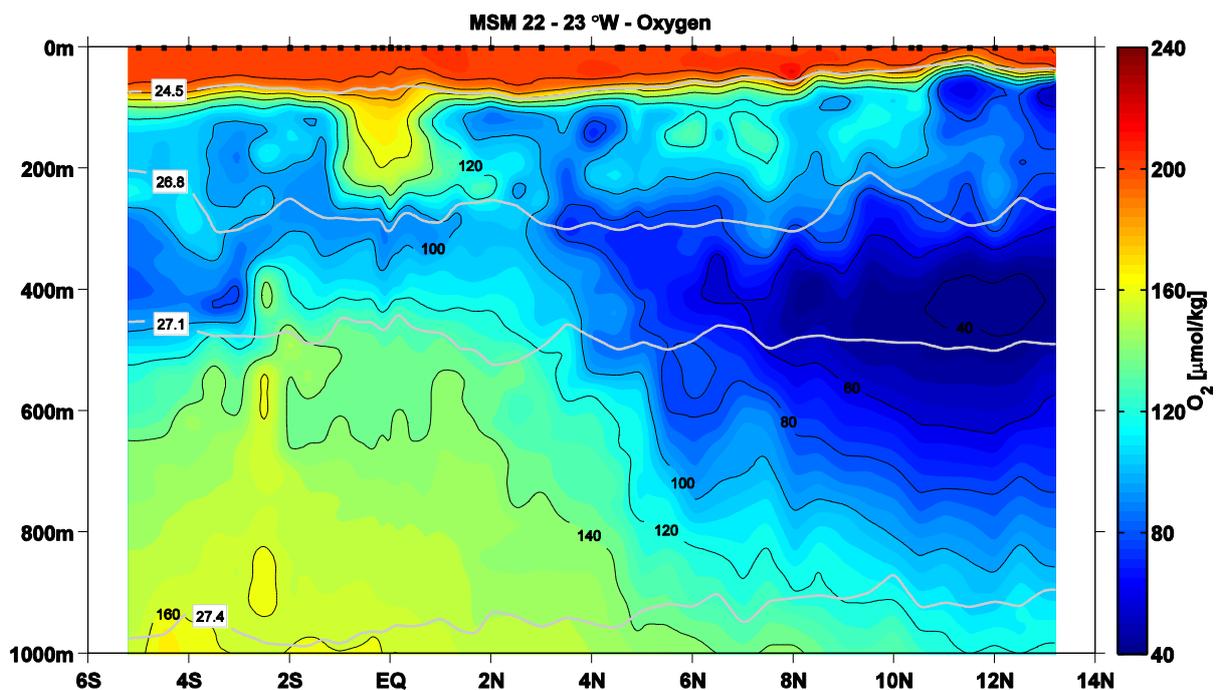


Abb. 1: Sauerstoffverteilung entlang von 23° W. Dunkelblau markiert die niedrigen Sauerstoffkonzentrationen der Sauerstoffminimumzone. Die minimalen Sauerstoffwerte von unter 40 $\mu\text{mol/kg}$ bei etwa 400 m Tiefe und 12° N, sind deutlich niedriger als das Mittel aller Sauerstoffmessungen der letzten 12 Jahre und deuten auf die sich fortsetzende Verringerung des Sauerstoffgehaltes in der Sauerstoffminimumzone hin.

So werden für die Sauerstoffmessung mit fast jeder CTD Station Wasserproben aus verschiedenen Tiefen genommen und der darin enthaltene Sauerstoff chemisch fixiert. Anschließend wird der Gehalt im Labor bestimmt. Die gewonnenen Daten benutzt man dann, um die an der CTD angebrachten Sensoren zu kalibrieren. So konnten auch bei dieser Reise wieder extrem geringe Sauerstoffkonzentrationen

gemessen werden (Abb. 1). Der niedrigste hier im Schiffslabor bestimmte Sauerstoffwert betrug $36.0 \mu\text{mol/kg}$ für eine Wasserprobe aus 400 m Tiefe bei $12^\circ 30' \text{ N}$. Dieser Wert ist deutlich niedriger als Sauerstoffwerte von $> 40 \mu\text{mol/kg}$, die noch vor 10 Jahren in dieser Region gemessen wurden.

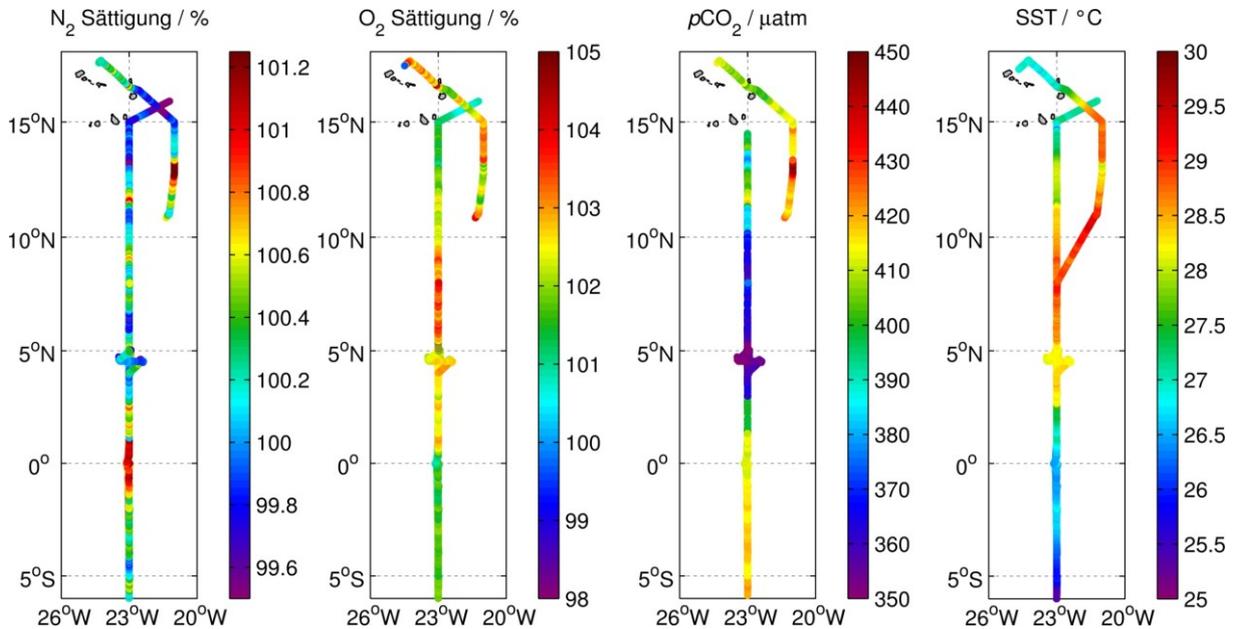


Abb. 2: „Underway“-Messungen von verschiedenen Gasen im Oberflächenwasser sowie der Oberflächentemperatur. Die Oberfläche ist typischerweise leicht übersättigt in Bezug auf Sauerstoff aufgrund biologischer Produktion an der Unterkante der Deckschicht. Stickstoff dagegen ist sehr dicht an 100 % Sättigung, während sich CO_2 in weiten Teilen spiegelbildlich zum Sauerstoff verhält. Eine südlich des Äquators erhöhte CO_2 -Konzentration ist auf die dort um ca. $1 - 2^\circ \text{C}$ niedrigere Wassertemperatur und die damit verbundene höhere Löslichkeit zurückzuführen.

Parallel dazu werden kontinuierlich verschiedene gelöste Gase im Oberflächenwasser gemessen (Abb. 2), um sowohl physikalische als auch biologische Prozesse an der Grenzschicht zwischen Ozean und Atmosphäre und in der Deckschicht des Ozeans zu untersuchen. Dazu wird durchgängig Wasser von einem Rumpfdurchlass des Schiffes zu verschiedenen Sensoren gepumpt - zu einem System zum Messen des CO_2 -Partialdrucks $p\text{CO}_2$, zu einem Sauerstoffsensor sowie zu einem Gesamtgasdrucksensor (sog. GTD), der die Summe aus Stickstoff N_2 , Sauerstoff O_2 und Wasserdampf misst. Während sowohl CO_2 als auch O_2 durch biologische Prozesse wie Photosynthese ($\text{O}_2 \uparrow$, $\text{CO}_2 \downarrow$) und Respiration ($\text{O}_2 \downarrow$, $\text{CO}_2 \uparrow$) beeinflusst werden, ist der N_2 -Gehalt davon unbeeinflusst und kann nur durch physikalische Gasaustauschprozesse zwischen Atmosphäre und Ozean verändert werden. Das $p\text{CO}_2$ -System misst zusätzlich den atmosphärischen CO_2 -Gehalt über eine Luftleitung zum Peildeck, so dass direkt der Konzentrationsunterschied an der Meeresoberfläche bestimmt werden kann um davon den CO_2 -Fluss abzuleiten. Zusätzlich hängt die Oberflächenkonzentration auch von der Durchmischung mit tieferen Wassermassen ab – insbesondere in Auftriebsgebieten findet man deswegen höhere CO_2 -

Konzentrationen. Aus dem Zusammenspiel der verschiedenen Gasmessungen lassen sich die einzelnen Prozesse gut isolieren, da die Gase jeweils unterschiedlich stark beeinflusst werden. Auch auf früheren Fahrten wurden solche „underway“-Messungen entlang des 23° W Schnittes durchgeführt, so dass die Kenntnis der saisonalen und zwischenjährlichen Variabilität dieser Ozeanregion durch die aktuelle Reise weiter verfeinert werden kann.

Wiederholte Forschungsfahrten entlang von 23° W ermöglichen zudem ein wesentlich besseres Verständnis der mittleren und variablen Strömungen. Strömungsmessungen einzelner Forschungsfahrten im tropischen Atlantik zeigen eine große Variabilität, die sich aus einem starken Jahresgang, intrasaisonalen Schwankungen mit Perioden von 1-2 Monaten oder Strömungsschwankungen durch das interne Wellenfeld auf noch kürzeren Perioden zusammensetzen. Die Bestimmung des mittleren Zustandes oder langfristiger Änderungen der Zirkulation ist durch diese kurzzeitigen Schwankungen erschwert. Auf unserer Reise haben beide im Schiffsrumpf installierten Strömungsmesser hervorragend gearbeitet und exzellente Strömungsdaten im Tiefenbereich bis deutlich über 1000 m geliefert (Abb. 3).

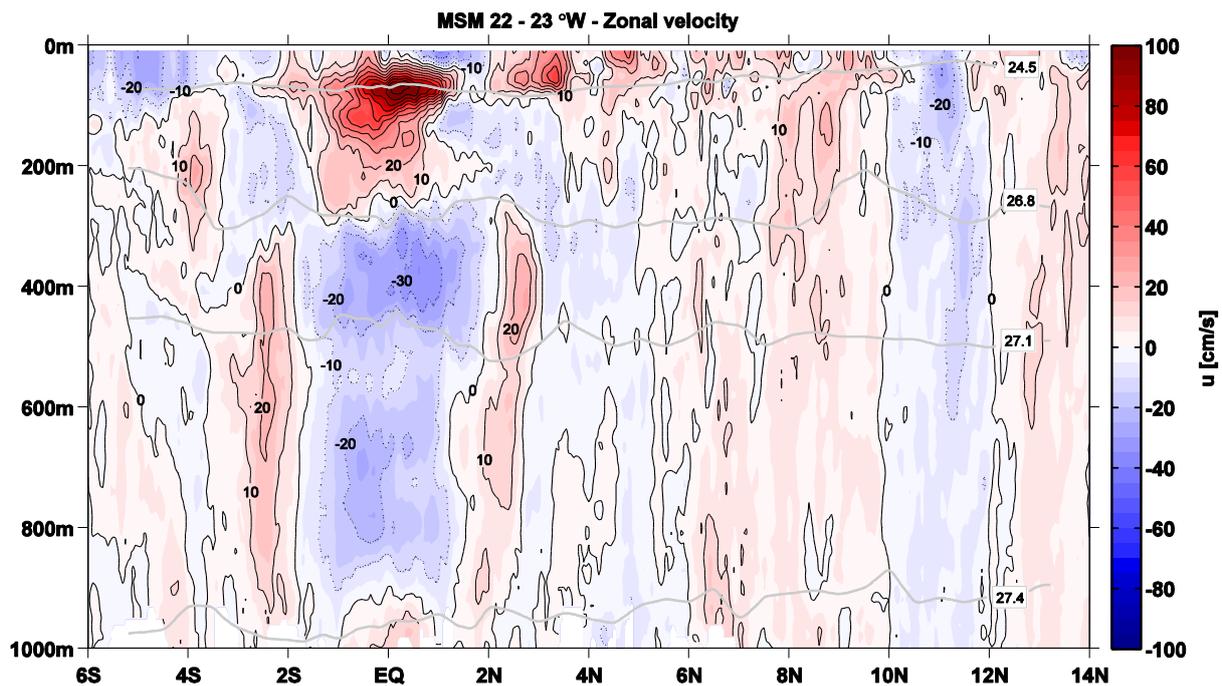


Abb. 3: Zonale Strömung entlang 23° W. Rot bedeutet Strömung nach Osten und blau Strömung nach Westen. Am Äquator besonders markant der Äquatoriale Unterstrom in etwa 80 m Tiefe, der dieses Mal mit Strömungen deutlich größer als 1 m/s besonders stark war. Typisch für die Jahreszeit sind generelle ostwärtige Oberflächenströmungen im Bereich von 4-10° N, die den Nordäquatorialen Gegenstrom bilden. Darunter haben wir allerdings auch generell ostwärtige Strömungen beobachtet, die für die Ventilation der Sauerstoffminimumzone von Bedeutung sind.

Jetzt steht noch der letzte Teil unseres Messprogramms an: Auf 18° N werden wir den nördlichen Rand der Sauerstoffminimumzone vermessen. Hier wurden in früheren Messungen vereinzelt extrem niedrige Sauerstoffkonzentrationen gefunden.

Unsere Vorstellung davon ist, dass sich diese eng begrenzten Zonen (wegen des fehlenden Sauerstoffs auch Todeszonen genannt) in von der Umgebung isolierten Wirbeln ausbilden. Solche Wirbel sind durch eine hohe biologische Produktion ähnlich der in Küstenauftriebsgebieten gekennzeichnet. Das Auffinden der Wirbel ist allerdings nicht ganz leicht, da sie nur sehr schwache Oberflächensignaturen aufweisen und dadurch kaum vom Satelliten zu beobachten sind. Wir werden sehen, ob wir einen solchen Wirbel aufspüren und dem Verständnis ihrer Natur etwas näher kommen können.

An dieser Stelle möchte ich noch einmal die tolle Arbeitsatmosphäre an Bord hervorheben. Mannschaft und Schiffsführung haben viel für den Erfolg der Reise getan, der aber nicht zuletzt auch dem großen Engagement der Wissenschaftler und Techniker zu verdanken ist. Wir werden viele gute Eindrücke aber natürlich auch jede Menge Daten über den Ozean mit nach Hause nehmen, die sicher ihren Weg in künftige Bachelor-, Master-, Doktorarbeiten oder Veröffentlichungen finden werden.

Viele Grüße aus den Tropen,

Peter Brandt und die Fahrtteilnehmer der Reise MSM22