

FS Meteor



Expedition M203 "BOWTIE"

10. August 2024 — 24. September 2024 | Mindelo — Bridgetown

6. Wochenbericht (09.09.2024 — 15.09.2024)

Diese Woche haben wir die Messungen im zentralen tropischen Atlantik um 38°W abgeschlossen, alle eingesetzten ozeanografischen Instrumente eingesammelt und unser Arbeitsgebiet in den westlichen tropischen Atlantik um 47°W verlegt. Hier, in unserem letzten Arbeitsgebiet vor dem Ende der Expedition in Barbados, haben wir erneut Ozeangleiter und Drifter bei 10°N und 47°W ausgebracht und werden erneut die ITCZ vermessen, bevor wir die ausgebrachten Geräte wieder bergen. Nachdem wir in den vorherigen Wochenberichten unsere atmosphärischen und physikalischen Ozeanmessungen diskutiert haben, konzentriert sich dieser Bericht auf unsere biogeochemischen Messungen, die eng mit den ozeanischen und atmosphärischen Bedingungen verknüpft sind. Seit Beginn der Expedition haben wir drei Arten von biogeochemischen Messungen durchgeführt: (1) Meeresspartikel und Plankton mithilfe von Kameras und Netzflaschen an Stationen etwa alle 60 Seemeilen; (2) Meeresspartikel und Plankton mithilfe von Kameras am kontinuierlich messenden Wire-Walker, der auf einer Drifterboje im östlichen, zentralen und westlichen tropischen Atlantik eingesetzt wurde; und (3) Wasserproben von Stationen für Methan-, Nährstoff-, Isotopen-, DNA- und RNA-Analysen.

Im Verlauf aller Stationen, die seit Beginn der Expedition durchgeführt wurden, haben wir 70 CTDs (Conductivity, Temperature, Depth) in den Atlantik gelassen, was bedeutet, dass wir auch 70 Partikelprofile mit der UVP gesammelt haben, die uns viele Bilder von Meeresspartikeln und Plankton geliefert hat, um die Sammlung zu erweitern! Aber von welchen Partikeln sprechen wir hier? Was ist ein UVP? Warum müssen wir Bilder von allem machen, was in der Wassersäule schwebt? Schauen wir uns das genauer an. Die biologische Kohlenstoffpumpe (BCP) ist wie die Kohlenstoffautobahn des Ozeans. Sie transportiert Kohlenstoff von der Oberfläche in die Tiefsee, wo er für Jahrhunderte verbleiben kann. Phytoplankton an der Oberfläche wandeln CO₂ in partikulären organischen Kohlenstoff um. Diese Partikel, auch als "Marine Snow" bekannt, bestehen hauptsächlich aus abgestorbenem Phytoplankton, Zooplanktonresten und Minifäkalien. Diese Partikel sinken dann tiefer in den Ozean. Hier kommt die „Go-Pro des Ozeans“ ins Spiel – die UVP (Underwater Vision Profiler). Die UVP ist eine Unterwasserkamera, die hochauflösende Bilder von Plankton und Meeresspartikeln macht, während sie sinken. Dieses Bildgebungswerkzeug ist besonders nützlich, da es uns ermöglicht, fragile Organismen zu untersuchen, die das Fangen in Netzen nicht überleben würden. Zudem kann es die Verteilung von Meeresspartikeln erkennen, messen und quantifizieren. Das Ziel ist, herauszufinden, wie viel Kohlenstoff produziert wird, welche Arten von Partikeln sinken, welche Zooplanktonarten in der Wassersäule vorkommen und wie viel sie zum Kohlenstoffkreislauf beitragen.

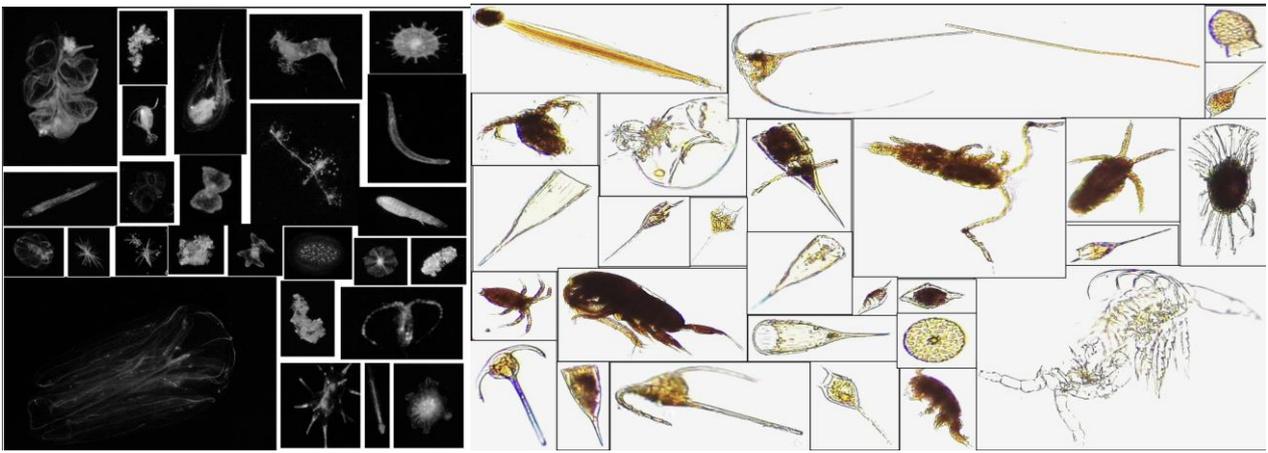


Abbildung 1: Bilder von marinen Partikeln und Zooplankton, die mit der UVP-Kamera an CTDs aufgenommen wurden (links), und Planktonbilder, die mit dem Planktoscope aufgenommen wurden (rechts) während der M203-Expedition.

So toll die UVP-Kamera auch ist, sie erfasst nicht alles! Um unsere Probenahme zu erweitern, haben wir die UVP mit einer Gruppe aus fünf Flaschennetzen kombiniert, die an der CTD-Rosette ins Meer abgesenkt werden. Leider besteht diese „Gruppe“ jetzt nur noch aus vier Flaschennetzen, da das Netz für die Schicht 1000–600 m beim ersten Einsatz verloren ging. Diese Netze sind keine gewöhnlichen Planktonnetze: Sie können in spezifischen Tiefen geöffnet und geschlossen werden, was es einfacher macht, die Verteilung von Plankton in jeder Schicht zu untersuchen, anstatt nur einen integrierten Wert von einer großen Tiefe bis zur Oberfläche zu erhalten. Jede der vier Flaschen sammelt Proben aus unterschiedlichen Wasserschichten: 0–100 m, 100–200 m, 200–300 m und 300–600 m, wobei die Probenahme abwechselnd nachts und tagsüber durchgeführt wird. Wir wechseln zwischen Nacht- und Tagproben, weil Zooplankton wie „Partytiere“ sind – sie steigen nachts an die Oberfläche, um zu fressen, und sinken tagsüber in tiefere Gewässer, um sich vor Raubtieren zu verstecken. Die Netze helfen uns, ihre vertikale Verteilung und ihr Migrationsmuster Schicht für Schicht zu untersuchen. Sobald die Proben gesammelt sind, konservieren wir das Plankton in einer Lugol-Lösung, filtern es nach Größe und scannen es mit dem Planktoscope (eine Art High-Tech-Planktonscanner). Und voilà! Unmengen an Bildern von Zooplankton und Partikeln, bereitgestellt durch die UVP und das Planktoscope. Alles, was auf den Bildern erfasst wird, wird klassifiziert, sobald wir zurück in unseren Laboren an Land sind, und wir können dann Aussagen über die Artenverteilung treffen. Bisher werden unsere Proben hauptsächlich von Copepoden und Trichodesmium-Zooplankton dominiert. Abbildung 1 zeigt eine Probe von Zooplankton, die während der M203-Expedition von der FS METEOR aufgenommen wurde.

Unsere zweite Art der biogeochemischen Messung verwendet ebenfalls ein UVP, um Fotos von Plankton zu machen, jedoch auf einem kontinuierlich messenden Instrument, das wir für mehrere Tage im Einsatz haben: dem Wire-Walker. Am Mittwoch und Donnerstag konnten wir erfolgreich unsere autonomen ozeanografischen Instrumente nach ihrem zweiten Einsatz während dieser Kampagne bergen und sicherten uns eine Woche voller Messdaten. Am Freitag, den 6. September 2024, wurden fünf Instrumente ausgebracht: zwei Gleiter und eine Drifterboje bei 7,93°N, 38°W, in der Nähe der PIRATA-Boje, sowie ein weiterer Gleiter und der Wire-Walker weiter nördlich bei 8,5°N, 37,9°W (Abbildung 2).

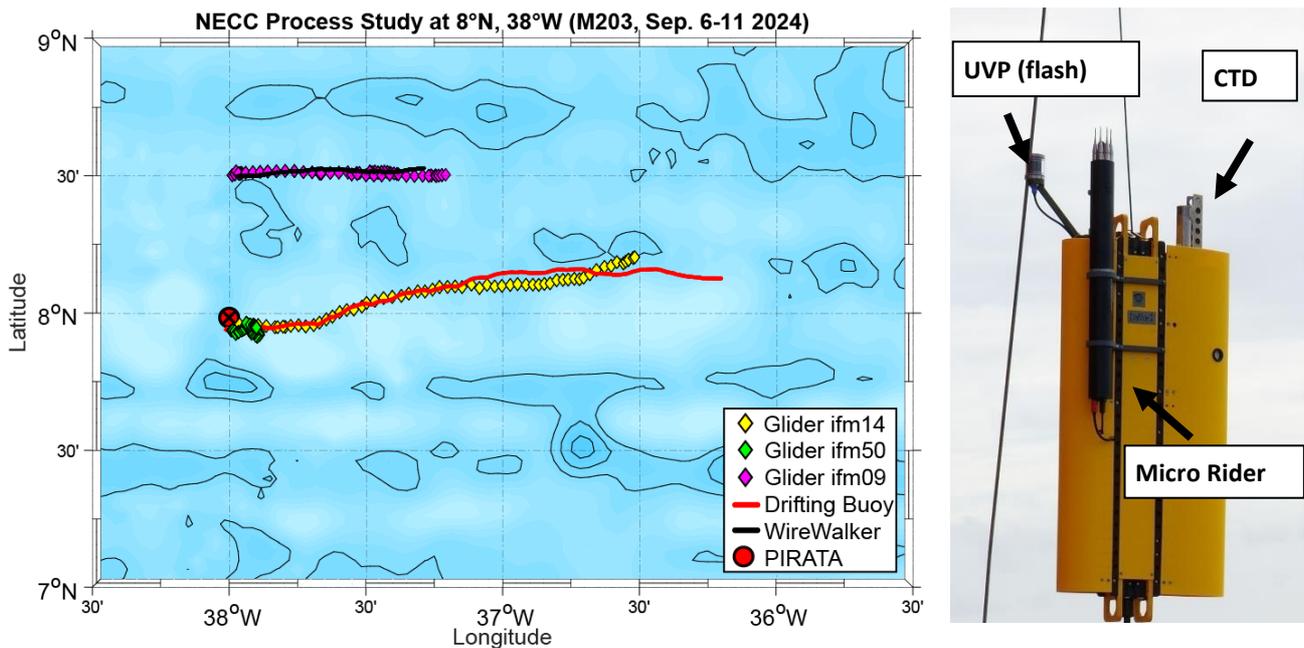


Abbildung 2: Positionen der eingesetzten ozeanografischen Instrumente und Übersicht der Sensoren am Wire-Walker.

Der Wire-Walker wird von der Arbeitsgruppe „Biological Carbon Pump“ des Helmholtz-Zentrums Hereon betrieben. Es handelt sich um einen Profiler, der sich durch die Wassersäule auf und ab bewegt, allein durch Wellenenergie angetrieben entlang eines vertikal gespannten, 750 Meter langen Drahtseils. Das Gerät ist mit einem CTD (Conductivity, Temperature, Depth-Sensor), einem Micro Rider-Turbulenzsensor und einer UVP6-Kamera ausgestattet. Ein einfaches, aber geniales Klemmsystem sorgt dafür, dass das Gerät zunächst aufgrund der Wellenbewegung absinkt, bis es das Ende des Drahtseils erreicht, an dem ein Gewicht befestigt ist. Beim Aufprall auf den „Wende-Puffer“ wird das Klemmsystem umgekehrt, sodass der Profiler nach oben gleitet und dabei Mikro-Turbulenzen in der Wassersäule misst.

Ähnlich wie die UVP-Kamera an der CTD-Rosette ermöglicht die UVP6-Kamera am Wire-Walker die Erfassung des Partikelflusses und der Verteilung von Zooplankton. Die Aggregation kleinerer Partikel („Marine Snow“) erhöht ihre Sinkgeschwindigkeit (Abbildung 3a). Zooplanktongemeinschaften tragen ebenfalls erheblich zum vertikalen Kohlenstofftransport bei. Viele Arten wandern nachts in die euphotische Zone, um zu fressen, und kehren tagsüber in tiefere Schichten zurück, um Raubtieren zu entgehen. Dadurch exportieren sie organisches Material. Diese tägliche vertikale Migration lässt sich durch unsere kontinuierlichen Messungen über mehrere Tage hinweg verfolgen. Neben den häufig beobachteten Zooplankton-Taxa (Abbildung 3b-e) haben wir auch eine beträchtliche Anzahl von Bildern der stickstofffixierenden Cyanobakterien *Trichodesmium* aufgenommen (Abbildung 3f). Obwohl diese Organismen nicht im Fokus unserer Untersuchung stehen, sind sie von besonderem Interesse für die Arbeitsgruppe des Max-Planck-Instituts für Mikrobiologie in Bremen (siehe weiter unten). Die Kombination der UVP6-Kamera und des Mikrostruktursensors am Wire-Walker sowie an einem der Gleiter während dieser Kampagne ermöglicht es uns, den Einfluss von Mikro-Turbulenzen auf die Verteilung von „Marine Snow“ und Zooplankton zu untersuchen. Dies wird uns helfen, die Rolle physikalischer Prozesse im biologischen Kohlenstofftransport besser zu verstehen.

Unsere dritte Art der biogeochemischen Messung nutzt Wasserproben, die während der CTD-Einsätze entnommen werden. Seit Beginn der Expedition wurden an neun unserer Stationen Wasserproben gesammelt, um zu untersuchen, wie Umweltfaktoren wie die Verfügbarkeit von Nährstoffen die Methanproduktion durch Mikroorganismen beeinflussen, und um die Aktivität stickstofffixierender

Mikroorganismen (zum Beispiel *Trichodesmium*) zu bewerten. Ziel der Studie ist es, deren Beitrag zu den Flüssen von Stickstoff und der Kohlendioxidfixierung in dieser Region zu bestimmen. Zudem wird untersucht, wie die Verfügbarkeit von Eisen, insbesondere aus Quellen wie Saharastaub, die Aktivität dieser Mikroorganismen beeinflusst.

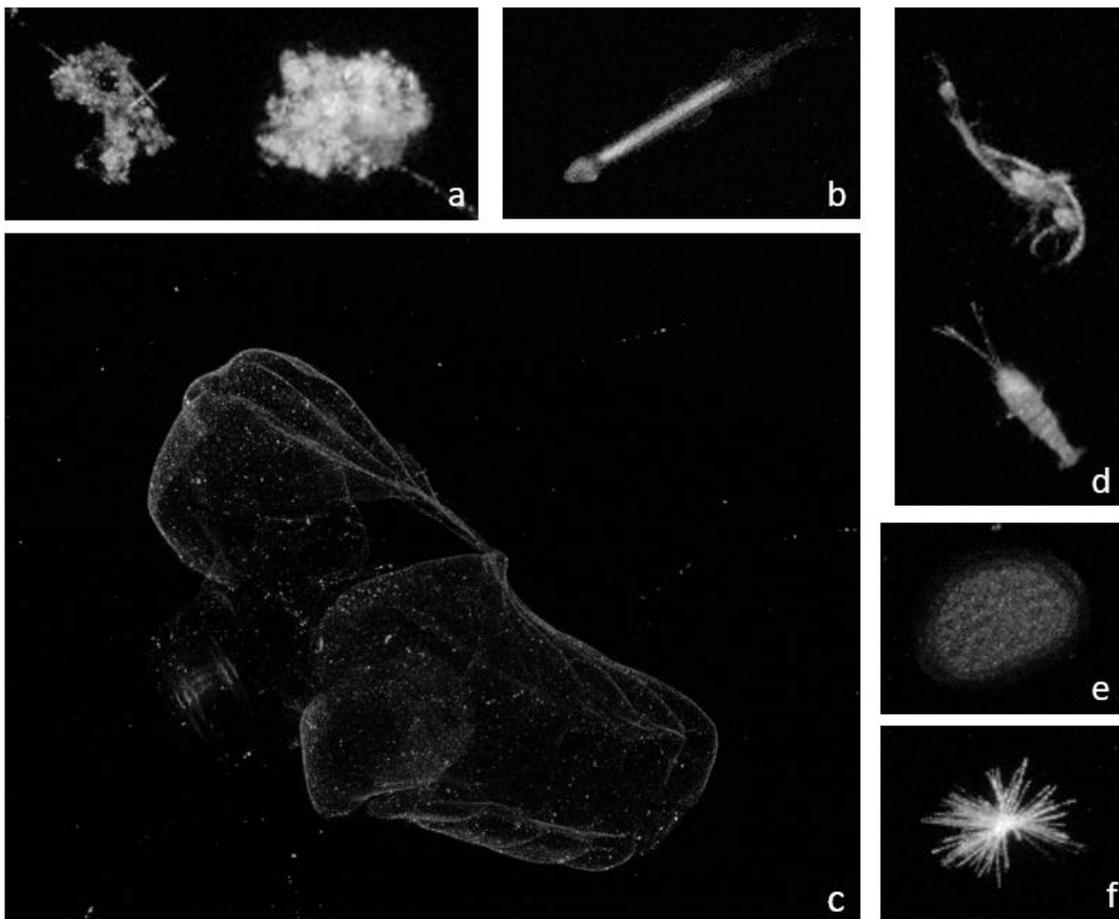


Abbildung 3: Beispielbilder von der UVP6-Kamera während des ersten Einsatzes des Wire-Walkers. (a) Mariner Schnee. (b) Chaetognatha. (c) Appendicularia. (d) Copepoda. (e) Collodaria. (f) *Trichodesmium*.

Um diese Fragen zu beantworten, wurden an 6 von 9 Stationen zwei aufeinanderfolgende CTD-Sensoren eingesetzt:

- Die erste CTD sammelte hochauflösende *in situ*-Wasserproben zur Bestimmung der Methan- und Nährstoffkonzentrationen (d.h. Phosphat, Ammoniak, Nitrat, Nitrit) in 10-Meter-Intervallen von der Oberfläche bis in Tiefen von 100 oder 150 Metern.
- Die zweite CTD konzentrierte sich auf diskrete Tiefen und sammelte Wasserproben aus 10 Metern Tiefe, unterhalb des Tiefenchlorophyllmaximums und aus einer Zwischentiefe zwischen der 10m und der Oberfläche für stabile Isotopeninkubationen. Zusätzlich wurden Wasserproben aus diesen Tiefen für DNA- und RNA-Analysen entnommen, um die Mikroorganismen zu identifizieren, die in den inkubierten Wasserproben vorhanden sind.

An drei Stationen wurden Wasserproben in 10 Metern Tiefe entnommen, um Experimente durchzuführen, die größere Wassermengen erfordern (zum Beispiel größere Inkubationsflaschen, Filtration von Phytoplankton aus großem Wasservolumen zur Konzentration in kleineren Wasservolumen, und mehr Variation bei Nährstoffzugabe-Experimenten). Zur Messung der Methanproduktion wurden Wasserproben mit ^{13}C -Methylphosphonat ergänzt und gegebenenfalls

zusätzlich mit Nährstoffen (d.h. Phosphat, Nitrat) angereichert. Sub-Proben wurden in regelmäßigen Abständen über einen Zeitraum von 24 Stunden aus den Flaschen entnommen, um die Methanproduktionsraten durch Phosphoraufnahme durch Mikroorganismen zu bewerten. Ein weiteres Inkubationsexperiment beinhaltete die Zugabe von $^{15}\text{N}_2$ -Gas, H^{13}CO_3 - und ^{57}Fe , um Stickstofffixierung, Kohlendioxidfixierung und Eisenaufnahme nach 24 Stunden Inkubation zu messen. Am Ende der Inkubationszeit wurden Wasserproben zur Messung der Raten (Methanproduktion und Kennzeichnungsprozentsätze für N_2 , CO_2 und Fe) entnommen und gefiltert, um sie weiter zu analysieren. Darüber hinaus wurde für alle Experimente nach 24 Stunden eine Wasser-Subprobe entnommen, mit Paraformaldehyd fixiert und auf Mikroskopfilter gefiltert für mikroskopische und einzellige Analysen.

In der kommenden Woche werden wir die westliche ITCZ weiter durchqueren und koordinierte Messungen mit dem deutschen Forschungsflugzeug HALO und dem EarthCARE-Satelliten durchführen, bevor wir unseren Weg nach Barbados fortsetzen.

Grüße von allen Teilnehmern der M203 Expedition aus dem westlichen tropischen Atlantik.



Daniel Klocke¹ (Fahrtleiter, M203), Joelle Habib², Celine Imker^{1,3}, Daniel Blandfort³, Judith van der Giessen⁴ und Abiel Kidane⁴ (Wissenschaftler, M203)

¹Max Planck Institute for Meteorology, Hamburg, Deutschland

²Laboratoire d'Océanographie de Villefranche, France

³Helmholtz-Zentrum (HEREON), Deutschland

⁴Max Planck Institute for Marine Microbiology