



FS Meteor Expedition M206

01.12.2024 (Fortaleza) –
30.12.2024 (Belém)



M206, 4. Wochenbericht 16.12.-22.12.2024

Die Woche begann mit einer Station (33) zur Beprobung der Wassersäule außerhalb der brasilianischen AWZ am nördlichen Rand unseres Arbeitsgebietes, um dort noch einmal den nach Osten abzweigenden Teil der Amazonas-Flussfahne zu beprobieren (Abb.1). Danach kehrten wir auf den Transekt des Amazonas-Ausstroms zurück, um von dort der Flussfahne Richtung Französisch-Guyana zu folgen.

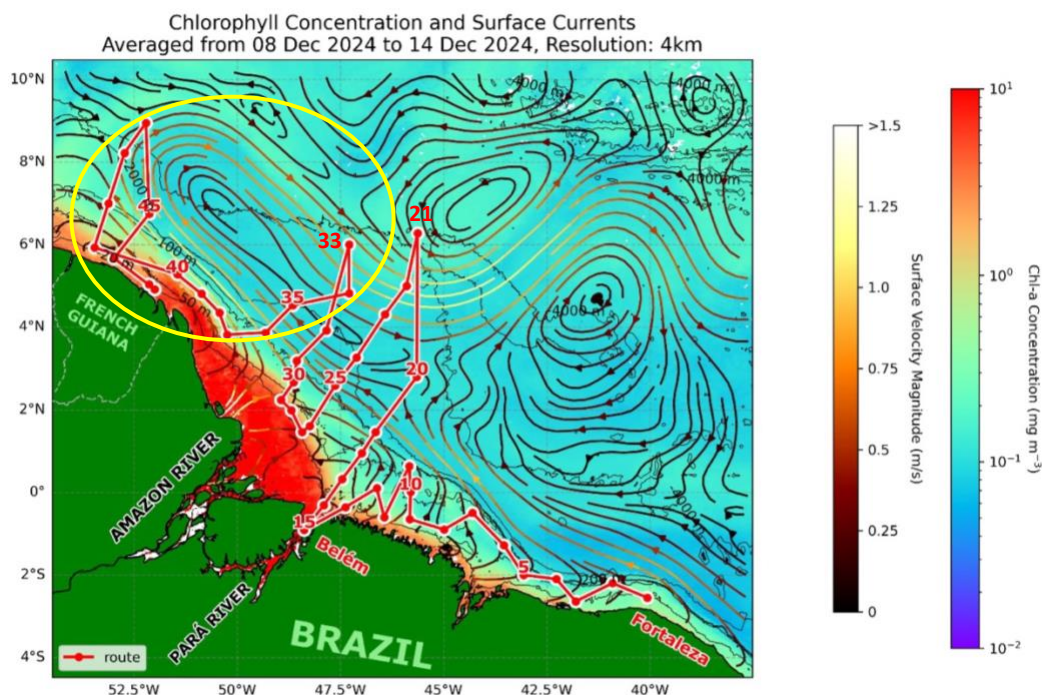


Abb. 1: Karte des Arbeitsgebietes auf Basis von Satellitendaten für Chlorophyll; die Stationen im gelben Kreis wurden in der vergangenen Woche durchgeführt.

Auf der Route führten wir weitere Wasser- und Sediment-Stationen über dem Amazonas-Fächer in Wassertiefen zwischen ca. 3000 m und 60 m Wassertiefe durch. Aufgrund des in diesem Jahr geringen Wasserausflusses aus dem Amazonas sahen wir jedoch auch an den der Mündung näher gelegenen Stationen kaum eine Verringerung der Salinität. Da der Schelfbereich hier extrem flach ist und die brasilianische Marine uns nicht erlaubt, von der einmal im Antrag angegebenen Route abzuweichen oder Stationen ohne neue Beantragung zu verschieben, konnten wir unsere Route nach Nordwesten auch nicht näher an die Küste heran verschieben, um mögliche Süßwassereinflüsse doch noch zu erfassen. Dies war erst möglich, nachdem wir die Grenze zur AWZ von Französisch-Guyana überquert hatten. Und tatsächlich konnten wir die Effekte der zahlreichen Flussmündungen und Mangrovenvorkommen entlang der gesamten Küsten von Französisch-Guyana in der niedrigeren Salinität des Oberflächenwassers hier eindeutig identifizieren. Die grünliche Wasserfärbung ist ein sichtbarer Beleg für die hohe Plankton-Aktivität, genährt durch die Stoffflüsse aus den Küstenregionen, und wir haben dies zur ausgiebigen Beprobung von Wasser und Sediment genutzt. Die erniedrigten Salinitäten in diesem Küstenbereich stehen in deutlichem Gegensatz zu der Situation

des gesamten Mangrovengürtels entlang der brasilianischen Küste zwischen Fortaleza und dem Pará-Ausfluss, wo wir stets eine Erhöhung der Salinität gemessen haben, sobald wir näher an die Küste herankamen. Wir sind sehr gespannt darauf, auf Basis der Analysen der Proben zu sehen, welchen Effekt diese Unterschiede auf die Verteilungen von gelöstem organischem Kohlenstoff, Spurenmetallen und deren Isotopen haben.

Die Proben für die radiogenen Isotope werden überwiegend an den CTD-Rosette-Stationen genommen und im Nasslabor bearbeitet (Abb. 3). Die CTD-Profile geben uns Aufschluss über die Eigenschaften der Wassersäule und die vorherrschenden Wassermassen einschließlich dem möglichen Einfluss von Süßwasser-Zumischung und helfen bei der Entscheidung, in welcher Wassertiefe die Proben genommen werden. Vor allem in den tieferen Stationen können wir die großen Wassermassen deutlich unterscheiden. Das Antarktische Zwischenwasser (AAIW) ist an einem Salzgehaltsminimum zu erkennen. Das Nordatlantische Tiefenwasser hat einen höheren Salzgehalt als das AAIW, eine niedrigere Temperatur ($\sim 3-5^\circ\text{C}$) und einen höheren Sauerstoffgehalt. Das Antarktische Bodenwasser, das eine Abnahme des Sauerstoffgehalts aufweist, konnten wir nicht nachweisen. Darüber hinaus kann ein tiefes Chlorophyllmaximum in etwa 80 m Tiefe festgestellt werden, das mit einem Sauerstoffminimum knapp darunter einhergeht (Abb. 2). Das tiefe Chlorophyllmaximum befindet sich am unteren Ende der euphotischen Zone, am oberen Ende der Nutrikline. Wir finden mehr Chlorophyll und einen niedrigeren Sauerstoffgehalt in den von der Amazonas-Fahne beeinflussten Bereichen im Vergleich zum offenen Ozean (Abb. 2). Zur Zeit der Beprobung befand sich jedoch ein großer zyklonaler Wirbel im Amazonas-Plume. Dessen Rotation führt normalerweise zu Auftrieb, der ebenfalls zu einer höheren Chlorophyllkonzentration beitragen kann.

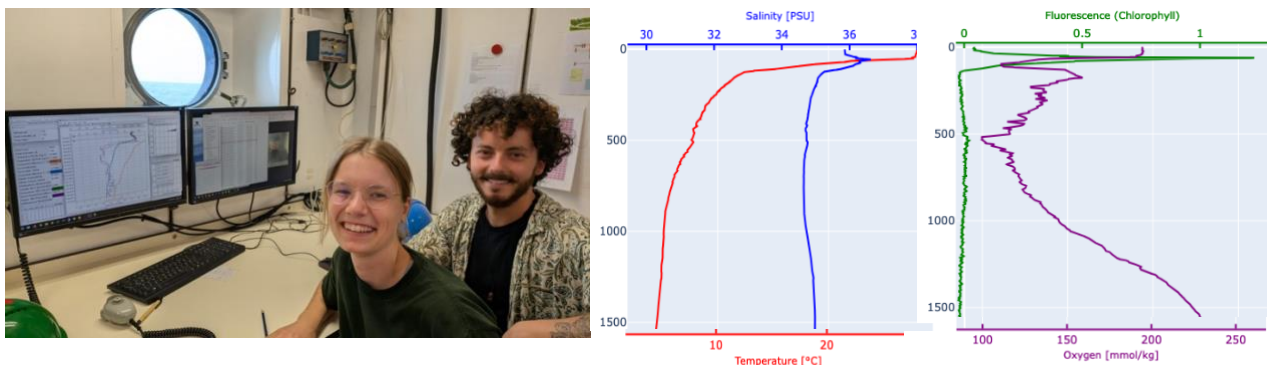


Abb. 2: Neele Sander und Rami Kalfouni betreiben die CTD-Stationen und werten die CTD-Profile aus. Das CTD-Profil rechts zeigt ein Beispiel für die oberen 1500 m der Station 21, das im ab $8-10^\circ\text{N}$ nach Osten strömenden Teil der Amazonas-Fahne im Vergleich zu den Stationen außerhalb der Fahne höhere Chlorophyllwerte und eine etwas ausgeprägtere Sauerstoffminimum-Zone aufweist. (Graphik: Nico Fröhberg)

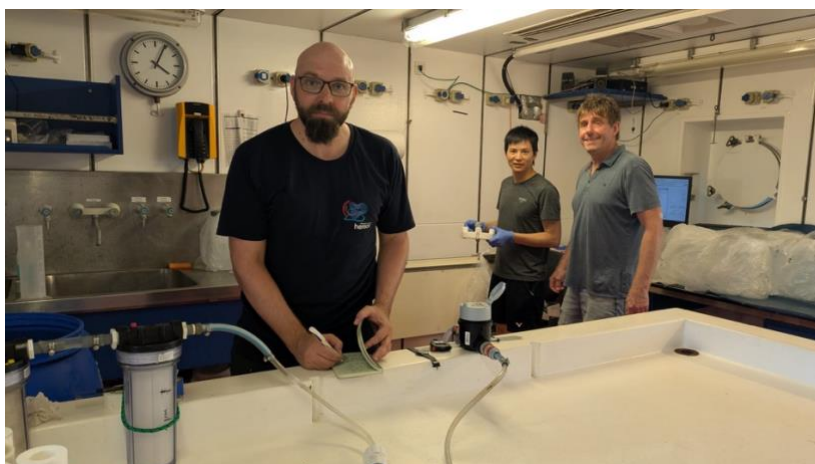


Abb. 3: Im Nasslabor reichert David Kaiser (links) die Radium-Isotope aus Pumpen- und CTD-Rosette-Proben auf manganhaltigem Säulenmaterial an; Antao Xu und Martin Frank (mitte und rechts) verarbeiten die großvolumigen Proben für die Analyse der Neodym-Isotope und die Konzentrationsmessungen von Seltenerdelementen.

An bisher jeder Station wurden ca. 200 Liter, gesammelt und gefiltert, um natürliches radioaktives Radium zu extrahieren. Das Radium-Quartett besteht aus den kurzlebigen Isotopen ^{223}Ra und ^{224}Ra , sowie den langlebigen Isotopen ^{226}Ra und ^{228}Ra . Wir nutzen die unterschiedlichen Halbwertszeiten der Radiumisotope, um das Alter und die Bewegungsgeschwindigkeit des Wassers zu bestimmen, das aus dem Amazonas und Pará in die Küstengewässer und letztlich den tropischen Atlantik fließt. Bereits in vorherigen Untersuchungen, unter anderem während der Expedition M147 im Jahr 2018, konnten wir feststellen, dass Radium gut geeignet ist, um die Verbreitung des Amazonas-Einflusses zu kartieren und zu lernen, dass das Amazonaswasser innerhalb weniger Wochen bis in den offenen Ozean gelangt. Auf unserer Fahrt M206 wollen wir außerdem untersuchen, ob Radium ein geeignetes Werkzeug ist, um den potenziellen Einfluss von Bodenwasser auf dem recht flachen Schelf zu bestimmen. Die Messungen der extrahierten Proben werden teilweise bereits an Bord an einem RaDeCC (Radium Delayed Coincidence Counter; Abb. 2) durchgeführt, in dem der natürliche radioaktive Verfall der unterschiedlichen Isotope mittels ihrer Halbwertszeit bestimmt wird. Diese Messungen sind sehr zeitaufwändig, und um initiale Werte (Abb. 4) zu korrigieren, müssen Proben mehrfach gemessen werden. Daher können wir auf dem Forschungsschiff trotz guter Ausstattung, und bislang überaus erfolgreicher Probenahme nur vorläufige Daten produzieren. Viele weitere Laborstunden warten in den kommenden Wochen am Helmholtz-Zentrum Hereon auf David Kaiser.

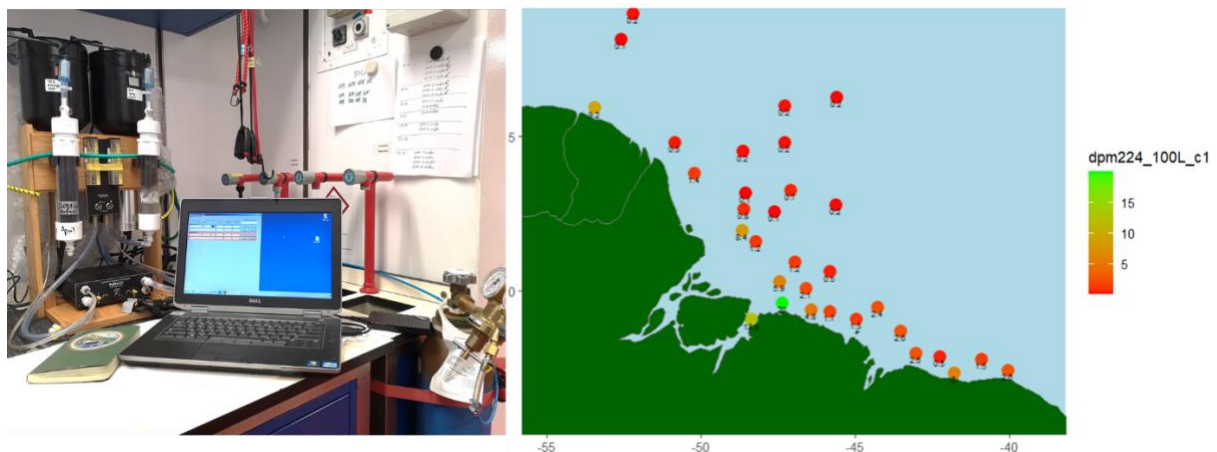


Abb. 4: RaDeCC Messgerät mit Steuercomputer und Heliumzufuhr (links). Vorläufige Ergebnisse der ^{224}Ra Messungen im Arbeitsgebiet zeigen unterschiedliche Signaturen für die verschiedenen Küstenregionen und das offene Meerwasser an (rechts; Foto und Graphik: David Kaiser).

Im Gegensatz zu den Proben aus der normalen CTD-Rosette müssen alle Proben für die Messung von Spurenmetall-Gehalten unter Reinraumbedingungen genommen werden. Abb. 5 zeigt, dass dies mit einem erheblichen Aufwand verbunden ist, der aber unabdingbar ist, um eine hohe Datenqualität zu gewährleisten. Da die Fahrt M206 eine GEOTRACES-Prozessstudie ist, müssen auch die entsprechenden Kriterien und Richtlinien des GEOTRACES-Programms erfüllt werden.

Morgen (23.12.) werden wir uns auf den Weg zurück zur Amazonasmündung machen, um dort so gut wie möglich die Flusswasser-Signatur zu beproben. Dafür müssen wir aufgrund der Regeln der brasilianischen Behörden exakt dieselbe Route wie auf dem Hinweg nehmen. Leider haben wir auch (bisher) keine Genehmigung für unseren Antrag auf Befahrung des Amazonas über den Nord-Kanal bis nach Macapá erhalten, so dass wir dieses erhoffte Highlight nun voraussichtlich nicht mehr in unseren Arbeitsplan für die verbleibende Woche vor dem Einlaufen in Belém aufnehmen können.

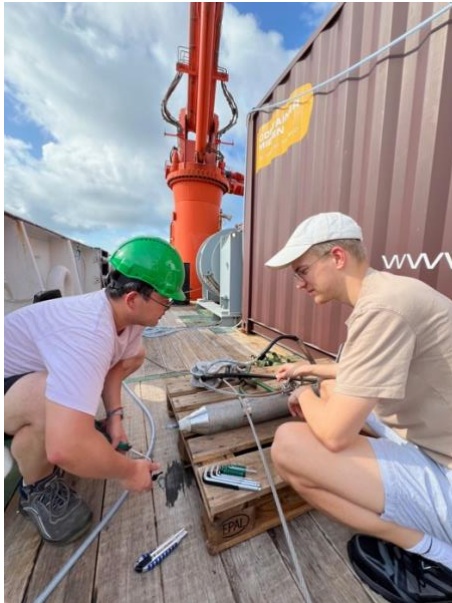


Abb. 5: links, Kechen Zhu und Albert Firus bereiten den Tow-Fish auf den nächsten Einsatz zur Beprobung von Oberflächenwasser vor.

Die Proben werden direkt über einen langen Schlauch in das Universallabor gepumpt; da uns auf dieser Fahrt der Reinraumcontainer des GEOMAR, den wir auf der M147-Reise genutzt hatten, wegen der zeitgleichen Nutzung auf FS Sonne nicht zur Verfügung steht, wurde das Universallabor mit Hilfe von Folien und einem Luftfiltersystem sowie metallfreien Materialien in ein Reinraum-Zelt umgebaut (unten links), in dem Gwendolyn Treguer (unten rechts) zusammen mit Kechen Zhu, Albert Firus und Laurenz van Bonn alle für Spurenmetalle vorgesehenen Proben aus dem Tow-Fish und den Flaschen der spurenmetallreinen Rosette sowie des Bodenwasserschöpfers filtriert und weiter aufbereitet. Von dort gehen die Proben in die anderen Labore der verschiedenen Arbeitsgruppen.



Mit den besten Wünschen an alle für ein schönes und entspanntes Weihnachtsfest grüßen herzlich Andrea Koschinsky und Martin Frank (Co-Fahrtleitung M206) und das gesamte Team der M206