

## 1. Wochenbericht Reise MSM 12/4b von Stockholm nach Rostock

Die Merian legte am 10.9. um 7.00h in Stockholm ab und erreichte bereits am Nachmittag unsere erste Station, das Landsorttief kurz vor der schwedischen Küste, die mit über 450 m tiefste Stelle der Ostsee. In der Umgebung des Landsorttiefs, wo wir bis zum 16.9. bleiben werden, und anschließend im Gotlandtief in der zentralen Ostsee, werden intensive und detaillierte Prozess- und Strukturuntersuchungen zur Biogeochemie und Mikrobiologie der oxisch-anoxischen Übergangszonen (Redoxkline) in der Wassersäule sowie Arbeiten zur Sedimentbiogeochemie erfolgen. Wichtige Themen, die auf dieser Fahrt bearbeitet werden sollen sind die Regulation chemoautotropher Produktion in der Redoxkline sowie die dortige Struktur des mikrobiellen Nahrungsnetzes, inklusive virale Lyse und Protistengrazing als bakterielle Mortalitätsfaktoren. Weiterhin war ein Ziel, die Auswirkungen von kleinräumigen Turbulenzereignissen auf die Durchmischung, Umsatzraten und mikrobielle Aktivitäten innerhalb der Redoxgradienten zu untersuchen. Von Seiten der Geochemie stehen im Pelagial zum einen die Untersuchung des Mangankreislaufs in der pelagischen Redoxkline sowie die Isotopengeochemie des gelösten C-S Systems im Fokus. Darüber hinaus finden geochemische Untersuchungen der Oberflächensedimente/Porenwässer zur Ermittlung der regulierenden Faktoren des anaeroben Abbaus von organischem Material und die resultierenden Stoffflüsse (DIC, Sulfid, Sulfat, redoxsensitive Metalle) über die Sediment-Wasser-Grenzschicht statt.

Für eine hochauflösende Beprobung der pelagischen Redoxkline wurde sowohl die normale CTD als auch die Pump-CTD eingesetzt. Ein Vergleich verschiedener chemischer und mikrobiologischer Parameter, welchen mit beiden Probenahmetechniken erhoben werden, soll die Kompatibilität der beiden Methoden testen. Die günstigen Wetterbedingungen der letzten Tage waren für die hochauflösende Untersuchung (im Meterabstand) der Redoxkline (im Bereich 70 – 100m Wassertiefe) sehr förderlich. Wir waren erneut positiv davon beeindruckt, wie stabil die Merian auch bei Windstärken um 6 Beaufort liegt, so dass selbst mikroskopische Zählungen und analytische Titrationsen bisher jederzeit möglich waren. Die Probenahmen erfolgten nicht nur an der tiefsten Stelle des Landsorttiefs, sondern auch entlang eines Transekts, welcher einem Hang bis in flachere Wassertiefen folgte.

Für die Aufnahme der in situ-Genexpression in der Redoxkline wurde in den letzten beiden Tagen ein neu am IOW entwickelter Wassers schöpfer, der AFIS (Automatic Fixation Injection System) eingesetzt. Hierbei wird die Wasserprobe bereits in der interessierenden Tiefe fixiert, was besonders wichtig ist für mRNAs mit kurzer Halbwertszeit. Derzeit laufen außerdem verschiedene Inkubationsexperimente an Bord, in denen Regulation und Interaktionen im mikrobiellen Nahrungsnetz untersucht werden.

Die Anwendung einer neuen, in IOW/ICBM Zusammenarbeit entwickelten Methode zur Bestimmung von gelöstem dreiwertigem Mangan lässt neue Erkenntnisse über diesen für die Ostsee wichtigen redox-sensitiven Metall-Kreislauf an der Redoxkline erwarten.

Intensive Turbulenzmessungen mittels Mikrostruktursonde erfolgten bereits in mehreren Nächten entlang verschiedener Transekte über die Hänge des Landsortbeckens. Von besonderem Interesse ist hierbei, ob Turbulenzen innerhalb der Redoxgradienten nachzuweisen sind. Eine parallele Beprobung für chemische und mikrobielle Aktivitätsparameter könnte Hinweise geben, ob Turbulenzen und kleinskalige Durchmischung zur Stimulation mikrobiell gesteuerter, biogeochemischer Umsetzungen führen. Zur Aufnahme der großflächigen Struktur der Redoxkline in diesem Seegebiet wird aktuell gerade der geschleppte Scanfish eingesetzt, mit dem einerseits CTD-Daten geliefert werden, andererseits, in Kombination mit der Pump-CTD, gezielt Proben von interessanten Stellen genommen werden können.

Für sedimentbiogeochemische Untersuchungen wurden an mehreren Stellen im Landsortbecken Oberflächensedimentproben mittels Multicorer genommen. Die Kerne

wurden an Bord sektioniert und die Porenwässer über Rhizone tiefenaufgelöst aus den Kernen entnommen. An diesen Proben werden u.a. die die Porenwässer auf die Gradienten verschiedener, für die biogeochemischen Prozesse relevanter Elemente und Verhältnisse der stabilen isotope (S, C, O) hin untersucht werden. Ausgewählte Kerne sollen mittels Pb und Cs-Isotopen datiert werden. Die Auswertung der Ergebnisse wird Schlussfolgerungen über den Einfluss der Sedimentationsbedingungen auf die Umsatzprozesse, -raten, Senken- und Quellenterme ermöglichen. Diese Ergebnisse werden die Bedeutung der benthischen Rückflüsse für die Schärfung der für die Redoxkline wichtigen Elementgradienten (benthisch-pelagische Wechselwirkung) erfassen und die regionalen Unterschiede zwischen Gotlandbecken und Landsorttief verdeutlichen.

Alle Daten der letzten Tage, sowohl die physikalischen, als auch die chemischen und mikrobiologischen, deuten auf eine sehr stabile Schichtung der Wassersäule innerhalb der Redoxgradienten mit nur sehr geringer Störungsrate durch Turbulenzen und Einschübe. Dies ist eine gute Voraussetzung, um grundlegende Mechanismen biogeochemischer Umsetzungen innerhalb der vertikalen Gradienten zu verstehen. Wir erwarten, dass diese Fahrt, mit den intensiven Arbeiten bei langer Stationszeit, hier einen wichtigen Beitrag leisten wird. Für das Gotlandtief, welches wir in drei Tagen erreichen, erwarten wir dagegen eine wesentlich stärkere Beeinflussung des Geschehens in der Redoxkline durch die hydrodynamischen Verhältnisse in der Wassersäule. Dennoch sind in diesem gegenüber dem Landsorttief flacheren Becken einige redox-relevante Elementgradienten (z.B. Sulfid) deutlich stärker ausgeprägt. Hierauf wird dann dort unser Fokus liegen.

Alle angestrebten Arbeiten und Probenahmen konnten bis jetzt erfolgreich durchgeführt werden, was sowohl an den exzellenten Arbeitsbedingungen an Bord der 'M. S. Merian' liegt, aber vor allem auch an der hervorragenden Unterstützung und Hilfsbereitschaft der Schiffsführung und Mannschaft, die an nichts zu wünschen übrig lässt.

Klaus Jürgens, Fahrtleiter

## 2. Wochenbericht Reise MSM 12/4b von Stockholm nach Rostock

Der zweite Teil der Reise fand im zentralen Gotlandbecken statt, wo wir uns mit der Merian seit dem 17.9.09 befinden. Auch hier fanden mehrere Tage lang intensive Stationsarbeiten, mit diversen Prozessuntersuchungen und Probenahmen in Wassersäule und Sediment, sowohl an einer Zentralstation als auch an Transekten entlang der Hänge statt. Wie erwartet, fanden wir hier wesentlich dynamischere hydrographische Bedingungen vor als im stabil geschichteten Landsorttief. Kennzeichnend waren laterale Einschübe mit sauerstoff- und nitrat-haltigem Wasser in suboxische und anoxische Tiefen zwischen 100 und 120 m, welche die typische Zonierung der Redoxkline unterbrechen. Die hochauflösende Beprobung um diese Einschübe herum soll klären, ob dies zu einer verstärkten mikrobiellen Aktivität und z.B. chemoautotropher Denitrifikation führt, da hier Wassermassen in Kontakt kommen, die sonst im Gradienten mehrere Meter voneinander getrennt sind. Um eine Abschätzung für die turbulente Durchmischung, sowohl in den Randbereichen der Einschübe als auch in Bodennähe, zu bekommen, wurde hier die Mikrostruktursonde eingesetzt. Die Auswertung wird zeigen, inwieweit diese Intrusionen und Turbulenzereignisse zur Stimulation mikrobiell gesteuerter biogeochemischer Umsetzungen führen.

Von Seiten der Geochemie standen im Pelagial weiterhin Untersuchungen zum Mangankreislauf sowie die Isotopengeochemie des gelösten Kohlenstoff-Schwefel- Systems des Pelagials im Fokus. Eine der zu beantwortenden Fragen ist die Rolle von Sedimenten mit unterschiedlicher Massenakkumulationsrate für die durch den Abbau von organischem Material induzierten Stoff-Flüsse über die Sediment-Wassergrenzschicht. Damit einher geht die Frage nach der quantitativen Bedeutung für den Stoffhaushalt der anoxischen Wassersäule (hier besonders, Mn, Mo, Ba, DIC, P, H<sub>2</sub>S).

Eine neue Methode zur Bestimmung von gelösten Mangan-Spezies im Ostsee-Pelagial wurde auf natürliche Proben von verschiedenen Profilen durch die Redoxkline des Gotland-Beckens (GT) angewendet und durch Applikation von radioaktivem Mangan in Transformations-Experimenten ergänzt. Eine erste Auswertung der Ergebnisse zeigt deutliche Unterschiede zwischen dem Landorttief (LT) und dem Gotland-Becken. Diese sind wahrscheinlich mit auf die dynamischen lateralen Einschübe von Sauerstoff-haltigen Wässern in die Redoxkline des Gotland-Beckens zurückzuführen. Diese Einschübe bewirken eine verstärkte Ausdehnung der suboxischen (mikro-sulfidisch/oxischen) Grenze zwischen den oxischen und anoxischen pelagialen Bereichen. Als weiterer Unterschied sind im GT Pelagial höhere Alkalinitäten und pH-Werte sowie im Bodenwasser höhere Sulfidgehalte als im LT festzustellen. Die Pump-CTD wurde erstmalig in der Ostsee für die on-line Erfassung kontinuierlicher Wassersäulenprofile (mittels O<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>S Mikrosensoren) bis in die bodennahe Grenzschicht eingesetzt. Die so erfassten Gradienten sollen, gemeinsam mit den Ergebnissen aus den Multicorer-Proben, eingesetzt werden, um die Konsequenzen der aus Porenwasserdaten ermittelten benthischen Stoff-Flüsse in eine Bilanz zu überführen.

Verschiedene methodische Ansätze wurden ausprobiert, um Daten zur Partikelgrößenverteilung und Sedimentationsverhalten zu gewinnen. Für kontinuierliche Profile über die Wassersäule kam dabei erstmals auch eine Kopplung von einem Partikelmessgerät (LISST) und PCDT Systemen zum Einsatz. Der in-situ Einsatz von Partikel-Kamera (PART-EYE 2.0) und Folien-Sinkstofffallen (SAFER SCIENCE) trägt durch die Analyse des Partikel-Flusses zur Untersuchung der pelagisch-benthischen Kopplung bei (siehe Foto). Im Fokus stehen v.a. die partikulären Manganoxide, welche durch ihr Absinken potentiell Oxidationsmittel in die sulfidische Zone eintragen. Sowohl mittels in situ Messungen als auch in Laborexperimenten wurden Daten zur Ermittlung der Sinkgeschwindigkeit und zum Auflösungsverhalten unter sulfidischen Bedingungen gewonnen.

Die sedimentbiogeochemischen Untersuchungen mittels durch Multicorer gewonnener Sediment-Kurzkerne wurden an Standorten mit unterschiedlichen Sediment-Akkumulationsraten sowie Bodenwasser-Sulfidkonzentrationen fortgesetzt. Parallel dazu wurden Sedimentkerne für die Datierung genommen.

In ersten, vielversprechenden Einsätzen wurde der mit der Pump-CTD gekoppelte SCANFISH getestet, womit großflächige Aufnahmen der sauerstofffreien Zonen in den Becken erfolgen können und gleichzeitig, während der Fahrt kontinuierlich Proben genommen werden können.

Die hier kurz geschilderten Untersuchungen sind eine gute Voraussetzung, um auf dem Fahrtabschnitt MSM 12/4 b grundlegende Mechanismen biogeochemischer Umsetzungen innerhalb der vertikalen Gradienten in unterschiedlich stabilen Redoxklinien zu verstehen. Wir erwarten, dass diese Fahrt, mit den intensiven Arbeiten bei langer Stationszeit, hier einen wichtigen Beitrag leisten wird.

Alle angestrebten Bordexperimente und Probenahmen konnten erfolgreich durchgeführt werden, was sowohl den hervorragenden Arbeitsbedingungen an Bord der 'M. S. Merian' als auch der kontinuierlichen Unterstützung und Hilfsbereitschaft der Schiffsführung und Mannschaft zu verdanken ist. Neben der angenehmen Arbeitsatmosphäre bleiben auch das gute Essen und das stabile schöne Wetter während der ganzen Reise in Erinnerung. Zum Abschluss möchten wir uns nochmal ganz herzlich bei Schiffsführung und Mannschaft für eine rundum gelungene Schiffsexpedition bedanken!

Klaus Jürgens, Fahrtleiter



Schlitten mit Partikelkamera und Sedimentationsfallen, der für mehrere Stunden auf dem Boden angesetzt wird, um Daten zum Partikelfluss zu generieren (Foto: M.Böttcher)