

FS Maria S. Merian

Reykjavik, Island - Emden, Deutschland

## **MSM21/4 Wochenbericht Nummer 1: Gasaustritte vor Spitzbergen**

Das Ziel der Reise MSM21/4 ist die Untersuchung von Gasaustrittsstellen am Kontinentalhang vor Spitzbergen im nördlichsten Teil des Atlantischen Ozeans. Diese Gasaustrittsstellen häufen sich zwischen 380 und 390 m Wassertiefe. Genau in der Tiefe also, in der man einen Einfluss der Klimaerwärmung auf marine Gashydrate erwarten würde. Das Ziel der Reise ist herauszufinden, ob es in der Tat einen Zusammenhang zwischen den beobachteten Gasaustritten und der Klimaerwärmung gibt, die besonders diesen Teil der Arktis berührt. Zur Überprüfung ist ein umfangreiches wissenschaftliches Programm geplant. Es beinhaltet geologische Untersuchungen an Sedimentkernen, die Beprobung der Wassersäule mit Hilfe von CTD-Rosette, biogeochemische Untersuchungen mit dem Tauchboot Jago, um zu verstehen, wie lange und wie stark das Gas hier ausgetreten ist, sowie die seismische Abbildung des Untergrundes, um zu verstehen, wo das Gas herkommt.

Wir sind am Montag, dem 12.8., nach dem Bunkern aus der isländischen Hauptstadt Reykjavik ausgelaufen und haben am frühen Abend die nordwestliche Spitze von Island umrundet. Um dem auch im Sommer vorhandenen Treibeis vor Grönland auszuweichen, mussten wir uns näher an die Insel Jan Mayen halten, als den direkten Kurs nach Spitzbergen zu steuern. Mit Ausnahme eines kleinen Eisberges haben wir jedoch kein Eis auf der Überfahrt gesehen, weil die meiste Zeit Nebel herrschte. Dieser lichtete sich jedoch bei unserer Ankunft in Spitzbergen am frühen Freitagmorgen und am Freitag und Sonnabend hatten wir dann sehr gutes Wetter. Den Freitag nutzten wir für die Kalibrierung der Wärmestromlanze und die Messung eines Wasserschallprofils für die Fächerecholote. Dann nahmen wir mit Hilfe der Wasserschöpfers Bodenwasserproben im Gasaustrittsgebiet, die im weiteren Fahrtverlauf als Standard für die verschiedenen geochemischen Analysen dienen werden.

Am Freitagnachmittag führten wir dann ein Testaussetzen des Tauchbootes Jago durch, um die Besatzung mit den Arbeitsabläufen vertraut zu machen. In der Nacht von Freitag auf Sonnabend fuhren wir drei seismische Messprofile ab, die zeigten, wie weit sich Gashydrate am Kontinentalrand entlang erstrecken. Hierbei fanden wir Hinweise auf ältere Hangrutschungen, die wir im weiteren Verlauf der Reise noch genauer untersuchen wollen, um festzustellen, ob sie möglicherweise im Zusammenhang mit Gashydrat-Bildung und Auflösung stehen.

Den Sonnabend verbrachten wir dann damit, ein Unterwasserobservatorium zu bergen, das wir zusammen mit britischen und norwegischen Kollegen für zwei Jahre im Arbeitsgebiet ausgelegt hatten. Dieses Observatorium hat die Veränderlichkeit der Wassertemperaturen und Strömungen sowie die Seismizität im Messgebiet dokumentiert und die Daten werden im Moment ausgelesen. Hiervon erhoffen wir uns genauere Aufschlüsse, welche Umwelteinflüsse auf möglicherweise hier existierende Gashydrate einwirken und ob eine großräumige Gashydratauflösung überhaupt möglich ist. Zum Bergen des Observatoriums ließen wir zunächst ein Bergeseil hinab, an dem das Tauchboot dann folgte. Nach einigen Mühen gelang es, den Lander anzuhaken und dann wurde alles zusammen geborgen. Das Jago Team konnte sich hierbei ein Bild von der Beschaffenheit des Meeresbodens machen und einige Gesteins- und Wasserproben mit nach oben bringen.



**Abbildung 1: Im Vordergrund ist der Manipulatorarm von Jago zu sehen. Im Hintergrund steht das Observatorium mit verschiedenen Sensoren (Bild: Jago Team) noch auf dem Meeresboden.**

In der Nacht von Sonnabend auf Sonntag führen wir dann ein umfangreiches CTD und Wärmestromprofil Hang aufwärts durch den Bereich der Gasaustrittsstellen. Mit diesen Daten lässt sich bestimmen, wie viel Methan in der Wassersäule aufgenommen wird und wie sich die Bodenwassertemperaturen in den Meeresboden hinein fortsetzen.

Am heutigen Sonntag (19.8.) ist es leider zu windig, um eine sichere Handhabung des Tauchbootes zu gewährleisten. Daher haben wir an Stelle der geplanten beiden Jago-Tauchgänge die Blasenanstiege in der Wassersäule in der Nähe des Observatoriumstandortes kartiert. Hierzu nutzten wir akustische Methoden (Multifrequenz-Echolot EA600 und Parasound Sedimentecholot). Außerdem haben wir einen Sedimentkern mit dem Schwerelot gezogen, mit dem die Geochemie des sedimentären Porenwassers untersucht werden kann. Für heute Nacht sind weitere seismische Messungen geplant.

An Bord sind alle wohlauf.

Christian Berndt  
- Fahrtleiter -

## MSM21/4 Wochenbericht Nummer 2: Gasaustritte vor Spitzbergen

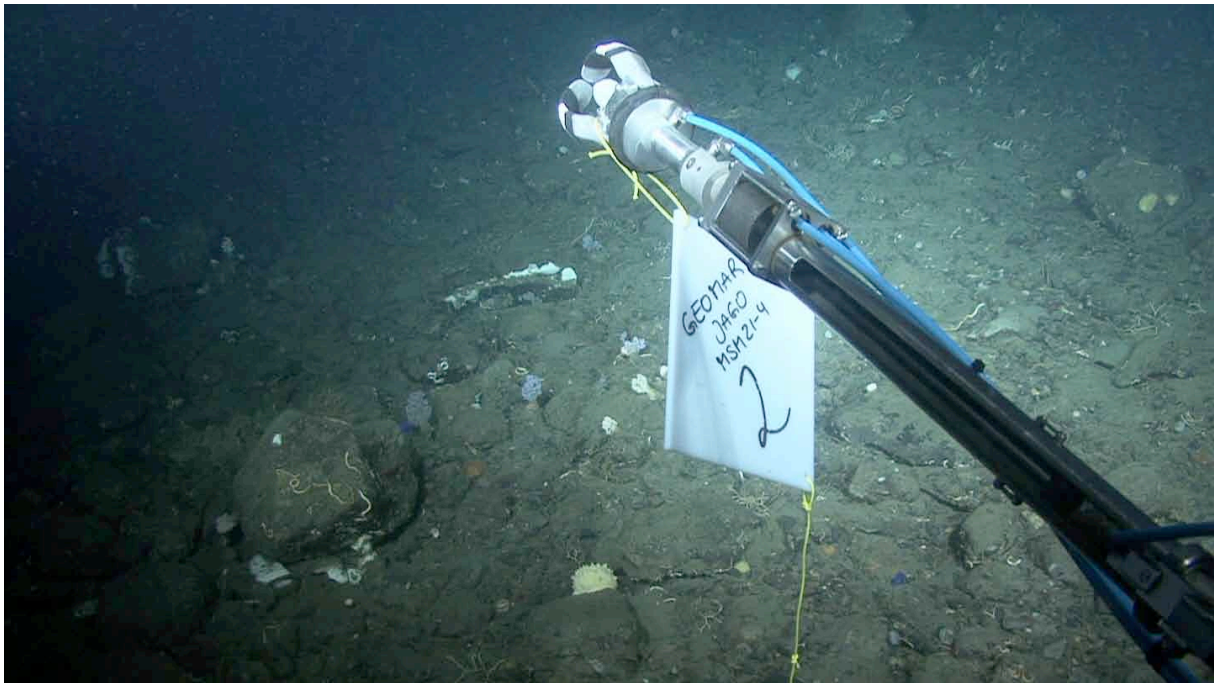
Nachdem wir in der ersten Woche in das Arbeitsgebiet gedampft sind und das Meeresbodenobservatorium geborgen haben, war die zweite Woche hauptsächlich der Beprobung der Gasaustrittsstellen am Kontinentalhang Spitzbergens gewidmet. Zunächst sind wir jedoch am Montag nach Norden gefahren, weil für den südlichen Teil des Arbeitsgebietes zu viel Wind für Seismik oder Jago Einsätze vorhergesagt waren. Hier, an der Westflanke des Yermak Plateaus, begannen wir am Dienstag mit einem seismischen und Fächerecholot-Programm, um zu untersuchen, ob die postulierte Gashydratauflösung möglicherweise einen Einfluss auf die Stabilität des Kontinentalhanges hat. Schon auf der ersten Linie fanden wir eine bislang unbekannt große Rutschung. Leider gelangten Teile des seismischen Streamers beim Einholen in den Druckpropeller des Stb-POD und wir mussten das Arbeitsprogramm unterbrechen, um diesen in Longyearbyen durch Taucher wieder frei zu bekommen.

Dies geschah noch am Mittwochnachmittag, so dass sich der Zeitverlust in Grenzen hielt. Auch Dank der umgehenden Übersendung eines Streamerersatzteils von der Universität Tromsø konnten wir noch am gleichen Nachmittag wieder auslaufen und noch in der Mittwochnacht waren wir wieder im Messgebiet vor Spitzbergen und zogen einen Schwerelotkern zur Porenwasserbeprobung und für mikrobiologische Analysen. Danach überprüften wir die Aktivität der im Vorjahr kartierten Gasaustritte an zwei Positionen im Bereich der Gashydratstabilitätsgrenze. Wie erhofft konnten wir feststellen, dass die Gasfahnen in der Wassersäule weiterhin aktiv sind und am Donnerstag begannen wir mit einer Reihe von sechs Jago Tauchgängen zu den Gasaustrittsstellen. Während eines Reconnaissance-Tauganges mit Jago setzten wir zunächst Geräte zur Messung von mehrtägigen Zeitreihen der Porenwasserzusammensetzung und Temperatur aus. Diese befinden sich auch jetzt immer noch am Meeresboden. Danach begannen wir mit der direkten Beprobung des Meeresbodens und des ausströmenden Gases. Nach anfänglichen Schwierigkeiten, gelang es, die Push Corer in den teils steinigen Meeresboden zu drücken und wir konnten bis Sonnabend insgesamt 19 Kerne gewinnen. Des Weiteren nahmen wir mit Jago Proben von Karbonatgesteinen, die an den Gasaustritten zu finden waren.

Um das Jago-Programm herum organisierten wir in den Nächten Wärmestromlanzen-Profile, um die thermischen Randbedingungen für die Gashydratdynamik zu bestimmen und ein längeres CTD Programm, um die Umsetzung des austretenden Methans in der Wassersäule zu quantifizieren. Während der mittäglichen Tauchunterbrechungen fuhren wir weitere Parasound und EA600 Profile, um die Gasaustritte systematisch zu kartieren.

Die guten Eisbedingungen – ein besonders weiter Rückzug des Treibeises nach Westen – am Sonntag nutzen wir für eine vollständige Kartierung der zu Beginn der Woche gefundenen Hangrutschung. Diese Kartierung konnten wir heute Nacht erfolgreich um die Entnahme dreier Schwerelotkerne zur Altersbestimmung ergänzen.

Trotz der anfänglichen Schwierigkeiten mit dem seismischen Gerät haben wir schon einen hervorragenden Datensatz gesammelt. Insbesondere hervorzuheben ist die Entdeckung der bisher unbekannt großen Rutschung an der Westseite des Yermak Plateaus und die erfolgreiche Beprobung der Gasaustritte. Die Lage der Rutschung weit entfernt von den Schüttungsgebieten der zur letzten Eiszeit aktiven Eisströme und weit entfernt von der Gashydratstabilitätsgrenze, stellt die bisher vorherrschenden Erklärungsmodelle für Hangrutschungen an glazialen Kontinentalrändern in Frage. Bisher nahm man an, dass die Rutschungen an den glazial geprägten Kontinentalrändern in erster Linie auftreten, weil



**Abbildung 1: Typischer Meeresboden im Bereich der Gasaustrittsstellen. Foto: Jago Team.**

glaziale Schuttströme sich auf hemipälagische Sediment legen und zu einer Erhöhung des Porendruckes führen. Hierfür gibt es aber bei der jetzt gefundenen Rutschung keine Anzeichen.

Die Untersuchung der Gasaustrittsstellen am Kontinentalrand von Spitzbergen zeigte große Variabilität. Während der Meeresboden an der südlich gefundenen Austrittsstelle nur wenige Steine aufwies, stiegen die Gasblasen im Norden zwischen dem sonst auch überall den Meeresboden bedeckenden glazialen Geschiebe auf. Außerdem zeugen mächtige Karbonatablagerungen an der nördlichen Stelle davon, dass die Gasaustritte schon seit geraumer Zeit aktiv gewesen sein müssen. Im südlichen Arbeitsgebiet entdeckten wir systematische Abfolgen von Pogonophora-Kolonien, Bakterienmatten und Austrittsstellen von freiem Gas, was Rückschlüsse auf die Gasadvektionsraten zulässt.

Der weitere Plan für die Ausfahrt umfasst die Untersuchung des Überganges zwischen der Knipovich Spreizungsachse und der Gashydratzone, um mehr über den Ursprung der Gashydrate zu lernen, sowie die Bergung der mit Jago ausgesetzten Langzeitsensoren. Des Weiteren wollen wir in der verbleibenden Woche noch weitere Gasaustrittsstellen untersuchen, um herauszufinden, welche der bisher entdeckten Gasaustrittstypen für das Arbeitsgebiet kennzeichnend sind.

An Bord sind alle wohlauf.

Christian Berndt  
- Fahrtleiter -

MARIA S. MERIAN

Reykjavik, Island - Emden, Deutschland

### **MSM21/4 Wochenbericht Nummer 3: Gasaustritte vor Spitzbergen**

Das Programm der dritten Woche unserer Ausfahrt war durch die vorherrschenden Wetterbedingungen geprägt. Zu Beginn der dritten Woche der Maria S. Merian Ausfahrt MSM21/4 befanden wir uns im nördlichsten Teil des Arbeitsgebietes, wo wir bis zum Montagabend die Untersuchung einer großen Hangrutschung mit einem Seismikprofil und drei Schwerelotkernen abschlossen. Danach vervollständigten wir die Meeresbodenkarte auf dem Weg zurück nach Süden zu den Gasquellen vor Spitzbergen.

Am Dienstag und Mittwoch konnten wir dort weitere Jago Tauchgänge südlich der MASOX Observatorien Position und am nördlichsten Ende der Gasaustritte durchführen. Während die südlichen Gasaustritte geringe Gasflüsse aufwiesen, waren die nördlichen Gasaustrittsstellen durch mächtige Karbonatkrusten gekennzeichnet, was auf eine längere Entstehungsgeschichte schließen lässt.

Die Nacht zum Donnerstag nutzten wir dann für ein Wärmestrom-Profil über das nördliche Ende des Knipovich-Rückens. Dieses zeigte, wie erhofft, erhöhten Wärmestrom und einen Zusammenhang zu der in der Seismik beobachteten Tektonik.

Am Donnerstag wurde das Wetter dann zu schlecht um Jago einzusetzen oder Seismik zu schießen. Daher versuchten wir mit dem Schwerelot tiefere Proben der Austrittsstellen zu nehmen. Dies war jedoch trotz Posidonia-Positionierung nur bedingt erfolgreich. Häufig rissen die zur Probenentnahme benutzten Coreliner und nur einer der Kerne zeigte deutliche Sulfidspuren, so dass man davon ausgehen kann, dass wir in den meisten Fällen die nur metergroßen Bakterienmatten an den Gasaustrittsstellen verfehlt haben.

Bei Wind um acht Windstärken mit kräftigen Böen versuchten wir am Freitagmorgen noch drei Schwerelotkerne zu ziehen, was aber keine weiteren Hinweise auf gasreiche Sedimente lieferte. Am Nachmittag ließen die Wetterbedingungen dann nur noch die Aufnahme von Fächerecholot-Daten zu. Als der Wind am Sonnabend auf sechs Windstärken abgeflaut hatte, setzten wir die Seismik aus und fuhren bis Sonntagmittag ein Profilnetz über das Nordende des Knipovich-Rückens. Dieses zeigte zwar keine Hinweise auf weitere Gasaustrittsstellen aber gut ausgeprägte BSR, d.h. direkte seismische Indikationen für Gashydrate.

Am Sonntagnachmittag bekamen wir dann endlich ein Wetterfenster für den wichtigsten noch ausstehenden Jago-Tauchgang, bei dem die geochemischen Sensoren und die Temperaturlanze von der MASOX Observatorien Position geborgen werden sollten. Dies geschah bei drei Windstärken aber doch noch beträchtlichem Schwell, da wir uns nun im Zentrum eines Tiefdruckgebietes befanden. Nachdem der Jago Tauchgang erfolgreich beendet war, unternahmen wir noch drei Versuche einen Schwerelotkern an der gleichen Stelle zu ziehen, an der die Sensoren gestanden hatten. Doch trotz Posidonia-Positionierung bekamen wir nur einen kurzen Kern mit Proben der umliegenden Sedimente. Danach sammelten wir an drei Stellen des Gasaustrittsgebietes Bodenwasserproben für die Rekonstruktion der Karbonatkrustenentstehung.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Arbeiten, die in dieser Woche durchgeführt wurden, die Ergebnisse der vorherigen beiden Wochen bestätigen. Die Gasaustritte vor Spitzbergen müssen schon seit einiger Zeit aktiv sein, was nicht für menschlichen Einfluss als Ursache spricht.



**Abbildung 1: Jago vor der wolkenverhangenen Kulisse Spitzbergens. Foto: Felix Groß.**

Für die restliche Zeit in diesem Arbeitsgebiet sind weitere seismische Messungen, Wärmestromlanzenmessungen und vier weitere Wassersäulenbeprobungen zur Bestimmung von Methanumsetzraten geplant, bevor wir uns am Dienstagmorgen auf den Weg nach Süden machen wollen.

An Bord sind alle wohlauf.

Christian Berndt  
- Fahrtleiter -

MARIA S. MERIAN

## **MSM21/4 Wochenbericht Nummer 4: Gasaustritte vor Spitzbergen**

Die letzte Woche der Reise MSM21/4 war durch viel Wind und lange Transits geprägt. Am Montag war es uns möglich, trotz acht Windstärken noch Seismik zu fahren. Dabei war die Datenqualität viel besser, als bei ähnlich ungünstigen Wetterbedingungen zu Beginn der Reise.

Nach Beendigung des Seismikprogrammes nahmen wir zwei Schwerelotkerne an einer Pockmark-Struktur und an einer Abschiebung am nördlichen Ende des Knipovich Rückens. Hierbei versuchten wir Porenwasseranomalien zu finden, die den Einfluß des Knipovich-Rückens auf das Gashydratsystem vor Spitzbergen näher beschreiben können. Die Auswertung dieser geochemischen Parameter steht noch aus. Leider war es wegen des schlechten Wetters nicht möglich, noch ein Wärmestromlanzenprofil zu fahren, um dieser Fragestellung auch aus einem anderen Blickwinkel nachzugehen.

In der Nacht von Montag auf Dienstag unternahmen wir dann weitere Wassersäulenmessungen zur Untersuchung der Variabilität der Wassersäulenmethanumsätze. Hierbei stellte sich heraus, daß das Gebiet der gasreichen Sedimente noch deutlich weiter nach Süden reichen muß, als bisher angenommen, denn auch die als Referenzstation geplante südlichste CTD zeigte noch deutlich erhöhte Methankonzentrationen im Bodenwasser, auch wenn sich hier keine Gasaustritte in den PARASOUND-Daten zeigten. Ein wissenschaftlicher Volltreffer gelang uns mit dem letzten Versuch einen Schwerelotkern an der MASOX Observatorienposition zu nehmen. Dieser etwas über 2 m lange Kern war äußerst sulfid- und methanreich und zwar besonders in einem bestimmten Intervall, das auch durch eine besonders schaumige Textur auffiel. Dies sind Beobachtungen, die man auch bei Gashydratauflösung erwarten würde.

Nach diesem gelungenen Abschluß machten wir uns auf den Weg zum Arbeitsgebiet am Gjallar Rücken auf dem nördlichen Vøring Plateau, welches wir mit viel Rückenwind am Donnerstag Abend erreichten. Nach einer kurzen Überprüfung der Position mit PARASOUND entnahmen wir hier zwei weitere Sedimentkerne, um den Ursprung einer riesigen (5 km breiten und etwa 3 km hohen) Fluidaustrittszone zu untersuchen. Die Kerne wurden auf Probenwasserzusammensetzung hin beprobt und für weitere Untersuchungen im Labor verstaut. Dann machten wir uns auf den Weg an die Südseite des Vøring Plateaus, wo wir am Freitag Mittag ankamen.

Dort, an der Nordflanke der Storegga Rutschung, entnahmen wir bei 8 Windstärken zwei weitere Sedimentkerne für die Datierung der jüngsten in diesem Gebiet vorkommenden Sedimente. Der Grund hierfür sind auf M87/2 gewonnene PARASOUND-Daten, die nahelegen, daß es hier bis in jüngste Zeit Schwerkraft getriebene Hangdeformation gegeben hat. Die Sedimentkerne werden im Labor einer aufwendigen Beprobung unterzogen werden.

Von Freitagabend bis Sonntagmorgen fuhren wir dann weiter in Richtung Süden zum Sleipner Feld. Hier scheidet der norwegische Energiekonzern Statoil schon seit mehr als zehn Jahren CO<sub>2</sub> vom produzierten Öl ab und pumpt es in den Untergrund. Zur Überwachung der geologischen Prozesse am Meeresbodens über dem CO<sub>2</sub>-Speicher brachten wir das MASOX Observatorium wieder aus. Dies verlief absolut reibungslos und dauerte nur eine halbe Stunde. Vorher mußten wir jedoch noch über eine Stunde auf die englischen Kollegen von der RRS James Cook warten, deren Autonomes Unterwasser Vehikel (AUV) direkt über der Absetzposition unterwegs war.



**Abbildung 1: RRS James Cook während des Wiederabsetzens des MASOX Observatoriums im Slepner Feld. Foto: Felix Groß.**

Nun sind wir auf dem Weg nach Emden, wo wir morgen Abend einlaufen werden.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die Ausfahrt trotz anfänglicher Probleme und viel schlechtem Wetters ein voller wissenschaftlicher Erfolg war und in harmonischer Atmosphäre durchgeführt werden konnte.

An Bord sind alle wohlauf.

Christian Berndt  
- Fahrtleiter -