

Expedition Meteor M74/3 – Makran Seeps II

1. Wochenbericht: 30.10 - 3.11.2007



Am Dienstag, den 30.10.2007 legte FS METEOR um 19 Uhr Ortszeit von der Pier im Hafen von Fujairah (Vereinigte Emirate) ab, um in den kommenden 3,5 Wochen Untersuchungen in der sog. Makran Subduktionszone am pakistanischen Kontinentalrand durchzuführen. Die Expedition baut eng auf der vorherigen METEOR-Reise M74/2 auf und wird im Wesentlichen verschiedene aktive Fluid- und Gasaustritte des Makran-Kontinentalrandes untersuchen, welche im DFG-Forschungszentrum „Ozeanränder“ der Universität Bremen zentrale Untersuchungsobjekte darstellen. Fluid- und Gasaustritte (Cold Seeps) sind ein globales Phänomen, welches zu einem bedeutenden Stoffaustausch zwischen Sedimenten im Ozean und der Hydrosphäre bzw. Atmosphäre beiträgt. Im Forschungszentrum werden interdisziplinär die verschiedenartigen Typen der Cold Seeps untersucht, um die prinzipiellen Mechanismen des Fluid- und Gasaustausches zu verstehen, als auch ihre Menge zu quantifizieren, sowie ihren Einfluss auf die Umwelt kennen zu lernen. Die MARUM-Wissenschaftler hatten sich bisher auf das Studium der Cold Seeps an passiven Plattenrändern beschränkt. Mit dem neuen Arbeitsgebiet wird das Spektrum auf einen aktiver Plattenrand erweitert, dessen Entwässerung zusätzlich durch die Kompressionstektonik der Plattenkonvergenz gekennzeichnet ist. So wird in dem Untersuchungsgebiet die Arabische Platte, bzw. eine Mikroplatte unter den pakistanischen Kontinentalrand geschoben, wobei sehr mächtige Sedimente in der Kollisionszone ausgequetscht werden und für eine intensive Fluid- und Gas-Zirkulation am Kontinentalrand sorgen.

Dem Auslaufen von FS METEOR war eine Liegezeit von nur 2,5 Tagen im Hafen von Fujairah vorausgegangen, wobei Wissenschaftler und wissenschaftliche Geräte ausgetauscht wurden. Neu an Bord kam ROV QUEST4000, der das Hauptinstrument

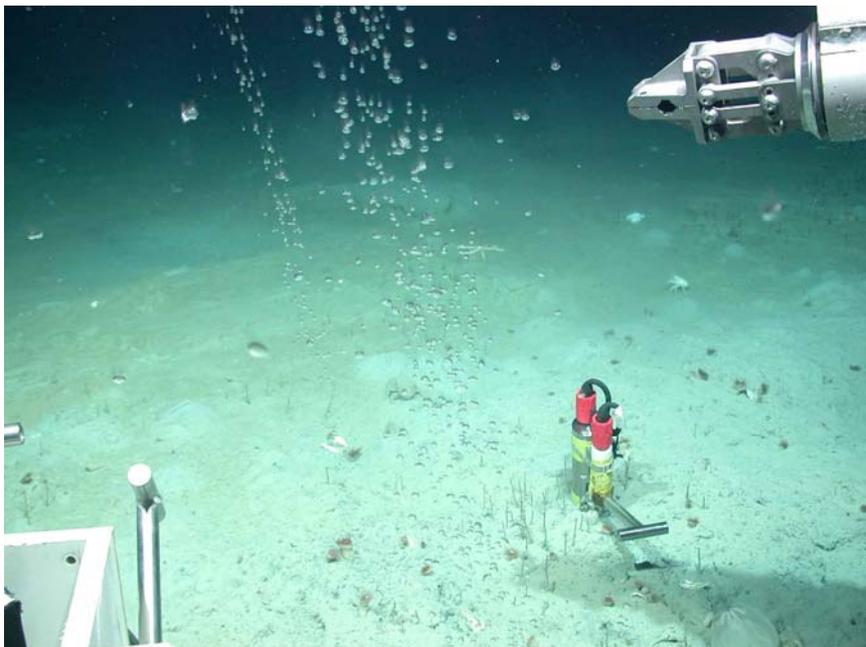


Abbildung 1:
Gasaustritt am Meeresboden in 2850 m Wassertiefe am pakistanischen Kontinentalrand von ROV QUEST4000 untersucht und beprobt. Rechts oben ist der ORION-Greifarm zu sehen, der zuvor den Temperatur-Sensor im Meeresboden plazierte (Griff mit Sensor und zwei Steckern). In der linken unteren Ecke ist die Kante der Instrumentenschublade vom ROV zu sehen. ROV QUEST Foto (MARUM).

unseres Reiseabschnittes darstellt. Die Wissenschaftler aus Deutschland, Chile, Brasilien und Pakistan reisten am 29. bzw 30.10.07 pünktlich an, so dass sowohl das ROV an Deck von FS METEOR als auch die wichtigsten Laborgeräte bereits im

Hafen in den Laboren installiert werden konnten. Im Hafen wurde das Parasound-System mit einem neuen Software Update versehen und ein Firmen-Techniker hat in der Nacht vom 30. auf den 31.10 und am Morgen das Gesamtsystem auf See getestet. Nachdem der Techniker um die Mittagszeit auf Reede vor dem Hafen von Fujairah ausgeschifft war, begann der 30-stündige Transit in das Arbeitsgebiet südlich Pakistan.

Nach einer 10-stündigen Vermessung im Bereich der sog. Protodeformationszone des Akkretionskeiles begann am Freitag den 2. November der erste Tauchgang mit ROV QUEST auf einem länglichen Rücken, welcher die Tiefssebene nur leicht überragt. Mit Hilfe der glänzenden Voruntersuchungen des Fahrtabschnittes davor, war eine Austrittsstelle von freiem Gas sehr schnell mit dem ROV gefunden. Die Stelle bildete eine von mehreren akustisch nachweisbaren Plumets in der Wassersäule, welche mit dem Sidescan Sonar TOBI und dem schiffseigenen Parasound-System zuvor detektiert wurden. Die Freude war riesig, ein aktives Seep-Feld gleich zu Beginn der Reise aufgespürt zu haben. Neben zahlreicher Austrittsstellen von Gasblasen war das Seepareal durch eine graue Verfärbung des Meeresbodens sowie durch eine Besiedlung von kleinen Bartwürmern im Zentrum und chemosynthetischen Muscheln am Rande gekennzeichnet (Abb. 1). Eine Gas- und Pushcore-Beprobung, sowie Temperaturmessungen in dem sehr feinkörnigen Sediment rundeten das Untersuchungsprogramm noch ab, bevor wir leider verfrüht den Tauchgang aus technischen Gründen abbrechen mussten. Am Abend versuchten wir dann mit Hilfe des



Abbildung 2: Vorbereitung von ROV QUEST auf dem Arbeitsdeck von FS METEOR. In der Tageshitze müssen immer wieder Teile des Roboters vor der unmittelbaren Sonneneinstrahlung geschützt werden (links). Gashydratstück aus dem ersten Schwerlotkern der Reise. Methanblasen und ein überdeckender Wasserfilm aus der Zersetzung des Gashydrates sind deutlich zu sehen (rechts; Bilder V. Diekamp, MARUM).

Schwerlotes das zuvor beobachtete Seepfeld zu beproben. Auch dies gelang auf Anhieb, denn das gesamte Schwerlot war durchsetzt von Gashydraten (Abb. 2), die sich oberflächennah im Bereich von Seeps aus dem aufsteigenden freien Gas des Untergrundes dort gebildet haben. Nach einer nächtlichen Vermessung wurde ein zweites Schwerlot zur geochemischen Detailbeprobung im Seepbereich genommen und danach begannen wir vorgezogen mit einem speziellen Beprobungsprogramm zur Untersuchung der Sauerstoffminimimumzone, da weitere Tauchgänge aufgrund der noch laufenden Reperaturarbeiten zunächst einmal zurückgestellt werden mussten. Bis auf wenige, leichte Erkältungsfälle sind alle Teilnehmer gesund und munter. Es grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer Gerhard Bohrmann
FS METEOR, den 3. November 2007

Expedition Meteor M74/3 – Makran Seeps II

2. Wochenbericht: 04.11 - 10.11.2007



Auch am Sonntag, den 4.11. nutzten wir die Zeit der Reparaturarbeiten am ROV QUEST um unser Beprobungsprogramm entlang eines Transektes über die Sauerstoffminimumzone (OMZ) durchzuführen. Dabei wurden die Wassersäule mit der CTD-Sonde und Kranzwasserschöpfern, sowie die Sedimente mit Multicorer und Schwerelot an vier Stationen in 660 m, 995 m, 1425 m und 1586 m Wassertiefe beprobt. Die Wissenschaftler der Universität Bremen und des Alfred-Wegener-Instituts Bremerhaven untersuchen vorwiegend mit organisch-geochemischen Methoden die Auswirkungen der unterschiedlichen Sauerstoffkonzentrationen auf die Erhaltung bzw. den Abbau bestimmter organischer Partikel und Substanzen, wie z.B. Dinoflagellaten-Zysten und Biomarker. Die Untersuchungen werden zur prinzipiellen Bewertung einzelner mariner Mikrofossilien, sowie biogeochemischer und geochemischer Proxies genutzt, so dass ihr Einsatz bei paläozeanographischen Studien auf dem Prüfstand steht. Biogeochemische Arbeiten am organischen Material tragen hierzu genauso bei wie Porenwasseranalysen der Sedimente.



Abbildung 1: Das unverzichtbare Gerät bei Arbeiten in der Sauerstoffminimumzone: die CTD mit Wasserschöpfer-Rosette (links). Bei den Arbeiten an Gashydratkernen kommt es auf eine schnelle Bearbeitung im Sedimentlabor an, da sich die Gashydrate an Bord vor den Augen der Wissenschaftler zersetzen (rechts). Photos V. Diekamp, MARUM).

Am Montag, den 5.11. begannen die täglichen Tauchgänge mit ROV QUEST, so dass bis zum Samstagabend der 7. Tauchgang der Reise erfolgreich abgeschlossen wurde. Die Tauchgänge haben uns eine Fülle von neuen, wissenschaftlich spektakulären und spannenden Informationen und Proben gebracht, so dass es sehr schwer fällt, dies in Kürze zusammen zu fassen. Während die Fluid- und Gasaustritte in der OMZ durch Bakterienmatten gekennzeichnet sind, wobei je nach Sauerstoffgehalt auch schon andere, wohl speziell an die geringen Sauerstoffgehalte im Bodenwasser angepasste, chemosynthetische Organismen dazu treten, sind die Seeps unterhalb der OMZ erstaunlich reich an Organismen. Auf der Kuppe an der Gasaustrittsstelle Nr. 7 in

1600 m Wassertiefe in einem Areal von 300 x 1000 m, welches durch eine hohe Rückstreuunganomalie in der Sidescan Sonar-Karte gekennzeichnet ist, wurden Seeps nachgewiesen. Die gesamte Kuppe ist von einer dm-dicken Kalkkruste überdeckt, wodurch sich die hohe Rückstreuung in der Karte erklärt. Besonders beeindruckend sind die großen Felder, die von Muscheln der Gattung *Bathymodiolus* besiedelt sind (Abb. 2) und, die meist von Bartwurmkolonien an den aktiveren Austrittsstellen unterbrochen werden. An mehreren Stellen konnten wir wiederholt Austritte von freiem Gas beobachten und mit dem druckdichten Gasprobennehmer, sowohl den Gasfluss abschätzen, als auch die Gaszusammensetzung analysieren.



Abbildung 2: Kalte Quelle in 1650 m Wassertiefe nahe der Gasaustrittsstelle Nr. 7. Das Zentrum der Quelle wird von lebenden Bartwürmern und etwas grau eingefärbten Muscheln der Gattung *Bathymodiolus* gekennzeichnet. Sonst zeigt die Muschel ihre charakteristische braune Farbe der äußeren, organischen Hülle, welche die Muschelschale überzieht. Das Muschelfeld überdeckt ein Areal von mehr als 20 m im Durchmesser (siehe Abb. 3 links). ROV QUEST Photo (MARUM).

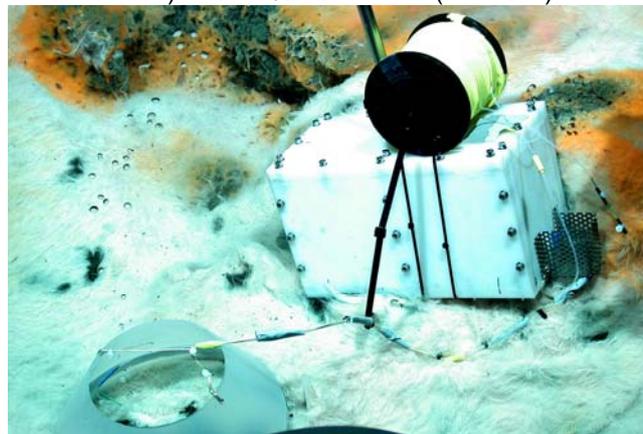
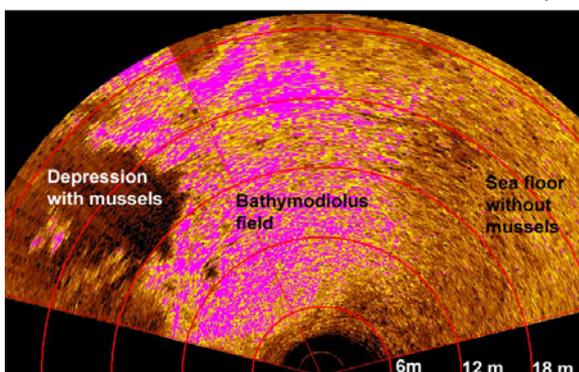


Abbildung 3: Das nach vorne schauende Sonar von ROV QUEST zeigt den Piloten und Wissenschaftlern die genaue Lage, aber auch die Ausdehnung der Muschelfelder am Meeresboden (links). Der mit ROV QUEST auf einer Bakterienmatte abgesetzte Osmo-Probennehmer, der über mehrere Tage die geochemische Veränderungen direkt über der Bakterienmatte registriert (rechts). Beachte die Blasenaustritte in der linken Bildhälfte. ROV QUEST Photo (MARUM).

Wie Detailbeobachtungen mit dem ROV zeigten, wurzeln die Bartwürmer mit ihren Röhren unterhalb der Kalkkruste, wo sie sicher genügend Schwefelwasserstoff für ihre symbiontischen Bakterien ansaugen können. Die Bathymodiolus-Muscheln dagegen sitzen auf der Kalkplatte, und es ist uns bisher nicht klar, welche reduzierten Substanzen ihre Symbionten nutzen und wie diese von den Muscheln aufgenommen werden. Dazu werden wir aber weitere Beprobungen während des nächsten Tauchganges in diesem Bereich durchführen. Am Rande der Kalkplatte sind Fluid- und Gasaustrittszonen durch Nester von vesicomyliden Muscheln charakterisiert, die mit ihren Muschelklappen zu einem gewissen Teil im Sediment sitzen. Diese Muscheln können erstaunlich groß werden; so haben wir während des gestrigen Tauchganges 2 bis zu 18 cm lange Exemplare beprobt.

Die Variationen der Seeps und vor allem ihre Besiedlung durch chemosynthetische Organismen sind unerwartet stark. Dennoch können wir schon jetzt anhand ihrer Positionen im Akkretionskeil der Makran-Subduktionszone, ihrer geologischen Strukturen im Untergrund, sowie der Wassertiefe und der Lage zur Sauerstoffminimumzone verschiedene Systeme unterscheiden, deren Funktionsweise wir im Verlauf der weiteren Expedition mit unseren Untersuchungen verstehen und wissenschaftlich belegen wollen. Solche interdisziplinären Untersuchungen am Meeresboden sind ohne einen Tiefseeroboter nicht möglich. Dazu kommt an Bord von FS METEOR die gute Unterstützung durch die Mannschaft, die deutlichen Anteil am bisherigen Erfolg der Expedition hat.

Das Wetter ist mit 27°C Temperatur und Wind mit Beaufort 2-3 nach wie vor konstant gut, welches sich sicher auch in der guten Laune und Motivation der Fahrtteilnehmer nieder schlägt.

Es grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer
Gerhard Bohrmann

FS METEOR, den 10. November 2007

Expedition Meteor M74/3 – Makran Seeps II

3. Wochenbericht: 11.11 - 17.11.2007



Die dritte Woche war, genauso wie die Woche zuvor, durch Tauchgänge mit ROV QUEST tagsüber gekennzeichnet, wobei in den frühen Morgen- und späten Abendstunden Schwerelot-, Multicorer- und CTD-Stationen gefahren wurden. In der Nacht wurden Lokationen mit akustisch nachgewiesenen Gasaustritten mit dem Videoschlitten für potentielle ROV-Tauchgänge voruntersucht, oder es wurde an für uns geologisch interessanten Stellen mit dem Parasound nach weiteren Gasaustritten gesucht. So konnten wir bisher den 7, von der vorherigen Expedition M74/2 bekannten Gasaustrittsstellen, weitere 5 hinzufügen. Der sehr gut eingespielte Arbeitsrhythmus scheint recht produktiv zu sein und gibt auch den Wissenschaftlern genügend Zeit ihre Proben aufzuarbeiten. Auch dem ROV-Team lässt die Arbeitseinteilung Zeit, die immer wieder anfallenden kleinen Reparaturarbeiten in den Abendstunden, manchmal leider auch bis in die späte Nacht hinein, durchzuführen. Am Morgen nach 2-stündiger Vorbereitung ist dann ROV QUEST einsatzbereit für den nächsten Tauchgang und geht zu Wasser.

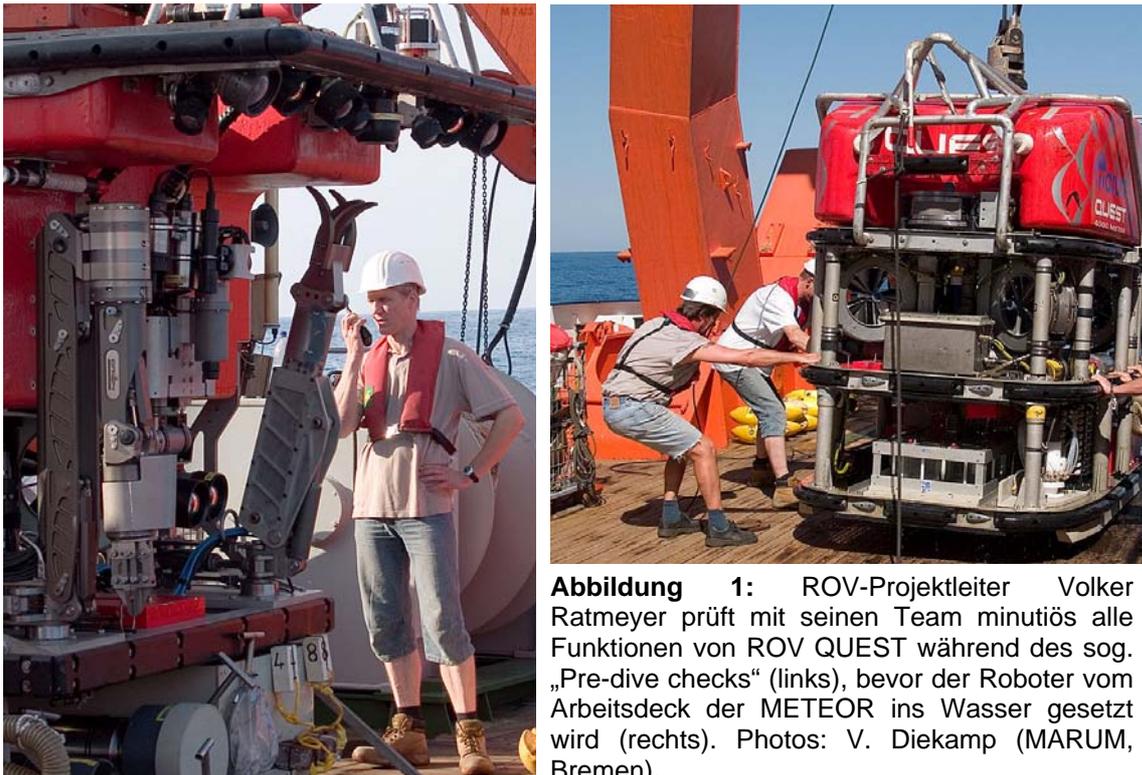


Abbildung 1: ROV-Projektleiter Volker Ratmeyer prüft mit seinen Team minutiös alle Funktionen von ROV QUEST während des sog. „Pre-dive checks“ (links), bevor der Roboter vom Arbeitsdeck der METEOR ins Wasser gesetzt wird (rechts). Photos: V. Diekamp (MARUM, Bremen).

Mit Hilfe der Tauchgänge konnten wir in dieser Woche deutliche Unterschiede der Fluid- bzw. Gasaustritte über die Sauerstoffminimumzone (OMZ) erarbeiten, welche mit Sauerstoffkonzentrationen von weniger als 0,05 ml/L zwischen 150 – 1200 m Wassertiefe gekennzeichnet ist. In der Umgebung der Gasaustrittsstelle Nr. 1 in 570 m Wassertiefe treten filamentöse Schwefelbakterien (sehr wahrscheinlich Thioploka) unmittelbar um die Gasaustritte auf. Wir haben ca. 8-10 von den unzähligen der rundlich-ovalen Vorkommen von weißen, oft im Zentrum orange-farbigem, Bakterienmatten (Abb. 2) untersucht. Jedes dieser Nester hatte mehrere Löcher aus denen Gas in

unterschiedlicher Menge und Intensität herausblubberte. Besiedlungen von anderen Benthosorganismen waren nicht nachzuweisen, und sind auch bei den sehr geringen Sauerstoffkonzentrationen nicht zu erwarten. Die Seeps im Bereich der Gasaustrittsstelle Nr. 2 in 1020 m Wassertiefe zeigen dagegen schon deutlich mehr Benthosleben, das aber alles in allem doch sehr kleinwüchsig erscheint. So sind in deutlichem Abstand zu den mit Bakterienmatten umgebenen Gasaustritten vesicomide Muscheln und andere Tiere zu finden. Solche Zonierungen sind auch von anderen Seeps bekannt, wo unterschiedliche Schwefelwasserstoffkonzentrationen zur Anpassung von chemosynthetischen Organismen an die individuellen Konzentrationen führen. So sind wahrscheinlich die H_2S -Gehalte um die Gasaustrittsstelle aufgrund der intensiven anaeroben Methanoxidation so hoch, dass sie für die Muscheln toxisch sind. In einem gebührenden Abstand aber sind die H_2S -Konzentrationen sicher geringer, so dass die Muscheln dort leben können. Die Porenwasserprofile unserer mit ROV QUEST beprobten Pushcorer werden zeigen, ob dies auch hier zutrifft und welche Unterschiede zu den bisher bekannten Seeps existieren.



Abbildung 2: Weiße und orange Bakterienmatten wahrscheinlich von Thioploca-Filamenten gebildet, die sich um eine Gasaustrittsstelle ansiedeln (links). Außer diesen Schwefel-Bakterien gibt es aufgrund der extremen Sauerstoffarmut in 570 m Wassertiefe keine weiteren makroskopisch sichtbaren Organismen. Dagegen sind die Gasaustritte in 1020 m Wassertiefe, im unteren Bereich der OMZ, zwar immer noch mit filamentösen Bakterien im Zentrum gekennzeichnet, im Randbereich treten allerdings kleinwüchsige chemosynthetische Muscheln auf (rechtes Bild; kleine weiße Punkte). ROV QUEST Fotos (MARUM).

Das Muster einer deutlichen Zonierung um die eigentlichen Gasaustritte ist in Wassertiefen um 1000 m immer wieder zu finden. Eine Ansammlung dieser Seeps konnten wir entlang einer 5-15 m breiten und mindesten 400 m langen morphologischen Depressionszone auf einem länglichen Hügel nachweisen. Die Depressionszone lässt sich mit den Ausbissen einer Schar von geologischen Abschiebungen in Verbindung bringen, die zu einer Rutschung am östlich anschließenden Hangbereich gehören. Die Rutschung wurde mit dem TOBI Sidescan Sonar während der vorhergehenden METEOR-Reise vermessen. Die Dehnungsstrukturen oberhalb der Rutschung führen sicher zu einer Wegsamkeit, so dass freies Gas entlang der Störungen bis zum Meeresboden gelangen kann, wo es dann in die Wassersäule tritt und am Meeresboden zur Ausbildung der typischen Seepgemeinschaften kommt. Unterhalb der OMZ sind die Seeps durch die Besiedlung von deutlich größeren Seeporganismen gekennzeichnet.



Abbildung 3, links: Einsatz des neu entwickelten „Bubblemeters“ während ROV-Tauchgang 189, welches mit einer hochauflösenden Kamera (500 Bilder pro Sekunde) vor einem homogenen Beleuchtungsschirm (im Bild) die Blasenströme im Detail abbildet. Die Konfiguration des „Bubblemeters“ ist so gewählt, dass mit einem Computerprogramm Blasenvolumen und damit das Gesamtvolumen an Methanaustritten bestimmt werden kann. Rechts: Kleines Seep, vorwiegend mit vesicomyiden Muscheln besiedelt; im Bereich der Gasaustrittsstelle Nr. 7. ROV QUEST Fotos (MARUM).

Am Donnerstag, den 15.11. haben wir zwei kurze Tauchgänge durchgeführt. Der erste Tauchgang vormittags ging in das Gebiet der Gasaustritte Nr. 2, um mit dem neu entwickelten „Bubblemeter“ Gasblasenaustritte zu vermessen. Kernstück des Gerätes ist eine Beleuchtung, die auf einer Fläche von 30 cm x 30 cm Licht mit einer homogenen Intensität erzeugt, die dem 1,5-fachen der Sonneneinstrahlung an einem sonnigen Tag in Bremen entspricht. Aufsteigende Gasblasen vor diesem Schirm wurden mit einer Kamera mit sehr hoher Auflöserate gefilmt, so dass die Gasmenge der Blasen mit Hilfe eines Computerprogramms bestimmt werden kann. Sowohl die Handhabung des Gerätes selbst, als auch die etwas außergewöhnliche Anpassung an das ROV QUEST funktionierten sehr gut, so dass dieser Tauchgang um die Mittagszeit beendet werden konnte. Der zweite Tauchgang wurde im Bereich der Gasaustrittsstelle Nr. 3 in 1500 m Wassertiefe begonnen, musste aber nach kurzer Zeit aufgrund eines Kurzschlusses im ROV frühzeitig beendet werden.

Bis zum heutigen Samstag konnten wir mit unseren Vermessungs- und Probennahmegeräten von Forschungsschiff METEOR sechs sehr unterschiedliche Seep-Systeme am Makran-Kontinentalhang untersuchen, wobei ROV QUEST mit seinen bisher durchgeführten 14 Tauchgängen das Hauptgerät darstellte. Eine kleine Auszeit gab es für die meisten Wissenschaftler am Mittwoch, den 14.11., wo nach dem Bergfest eine längere Vermessung mit den schiffseigenen Lotsystemen durchgeführt wurde.

Bei weiterhin sehr gutem Wetter ist die Stimmung bei Mannschaft und Wissenschaft sehr gut.

Es grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer
Gerhard Bohrmann

FS METEOR, den 17. November 2007

Expedition Meteor M74/3 – Makran Seeps II

4. und letzter Wochenbericht: 18.11 - 27.11.2007



Nach der letzten Woche haben wir uns eigentlich eine Steigerung an neuen Entdeckungen am Kontinentalrand von Pakistan kaum verstellen können. Aber die Tauchgänge der 4. Woche haben uns eines besseren belehrt, und jeder weitere Einsatz des Tauchroboters QUEST führte uns vor Augen, wie vielfältig Fluid- und Gasaustritte am Meeresboden sind. Am Sonntag, den 18.11. wurden zunächst mit einem 5. Tauchgang am Gasaustritt Nr. 2 die Kartierungsarbeiten in Form von weiteren Videomosaickings abgeschlossen. Weiterhin wurde der in-situ-Porenwasser-Probenehmer eingesetzt, weitere Gas-Proben der am Meeresboden austretenden Gasblasen mit dem druckdichten Gasprobennehmer gewonnen, sowie Pushcorer-Proben genommen. Von dieser Lokation nehmen wir nun den vollständigsten Daten- und Probensatz mit zurück nach Bremen.

Der Tauchgang am nachfolgenden Tag am Gasaustritt Nr. 11 versetzte uns in großes Staunen. Wie an vielen der Seeps in dieser Wassertiefe von 1500 m waren auch hier vorwiegend mytilide Muscheln (Abb. 1 links) anzutreffen, welche Hartsubstrate, vorwiegend authigene Karbonate, besiedeln. Auch hier waren riesige Flächen von mehreren zehner Metern Ausmaß besiedelt, wobei ein Großteil der Fläche von galatheiden Krebsen regelrecht übersät war (Abb. 1 rechts). Dieses massenhafte Vorkommen dicht sitzender weißer Krebse hat uns alle an Bord fasziniert, und viele an einen in neuerer Zeit bekannten Science Fiction Thriller erinnert. Warum gerade hier diese Krebse massenhaft auftreten ist uns nicht bekannt. Wir können zurzeit nur spekulieren, dass die große Menge an Biomasse die an den Fluid- und Gasaustritten gebildet wird, etwas damit zu tun hat. Beprobungen der Wassersäule direkt über den Austrittsstellen, der Karbonate sowie der Muscheln schlossen diesen faszinierenden Tauchgang ab.

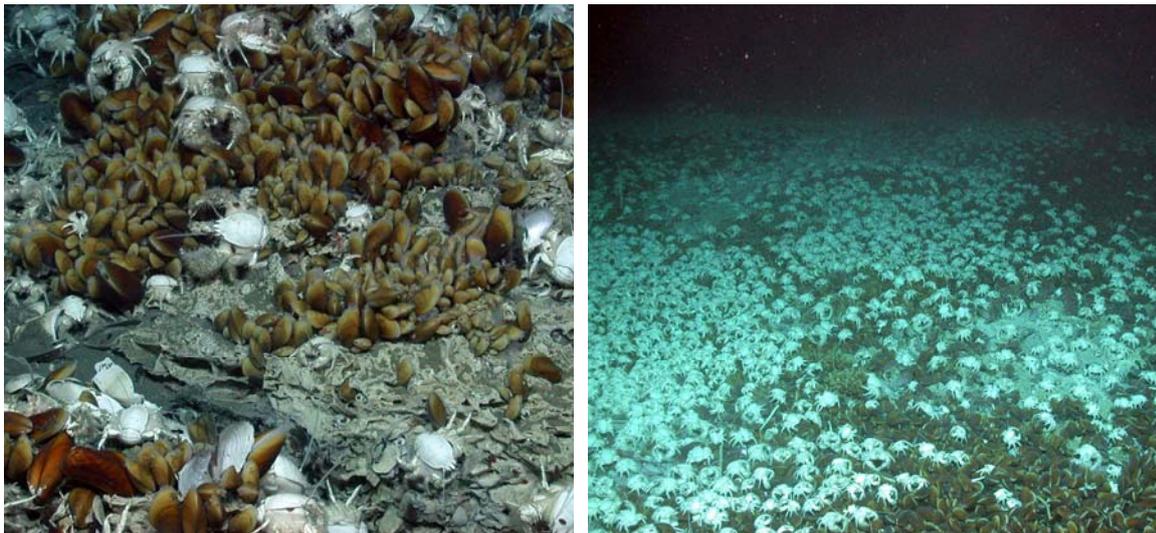


Abbildung 1: Die Gasaustrittsstelle Nr. 11 ist durch Rasen mytilider Muscheln gekennzeichnet, die zum großen Teil auf authigenen Karbonaten siedeln (links). Massenhaftes Auftreten galatheider Krebse, welche die Muschelrasen scheinbar abweiden (rechts). ROV QUEST Fotos (MARUM).

Der Tauchgang am Dienstag untersuchte ein Areal am ersten Akkretionsrücken, in dem schon während der TOBI-Vermessung der M74/2 eine akustische Anomalie festgestellt wurde. Da die nachfolgenden Vermessungen die Anomalie nicht mehr nachweisen konnten, wurde die ROV-Untersuchung zunächst zurück gestellt. Dieser Rücken ist der jüngste und tektonisch aktivste Rücken der Subduktionszone, so dass Fluidzirkulation und Quellaustritte von besonderem Interesse sind. Nach einer Untersuchung mit dem Videoschlitten in der Nacht gab es genügend Anzeichen für aktive Quellaustritte, so dass der Tauchgang auf dem Kamm des sehr schmalen Rückens in 2000 m Wassertiefe geplant wurde. Der Rücken selbst fällt sehr steil nach Süden um 1000 m ab. So ist denn besonders an der Südflanke ein ständiges Abrutschen von Gesteinspaketen mit der tektonischen Auffaltung des Rückens zu erwarten, welches beim Tauchen in allen Details zum Vorschein kam. Es wurden weitestgehend an der Südflanke frische Abrutschkanten beobachtet, die sich wohl ständig neu bilden, so dass sie von Organismen gar nicht besiedelt werden. So fanden wir denn unsere Indikatoren für Fluidaustritte, die chemosynthetischen Muscheln nur direkt auf dem Kamm in kleinen geschützten Mulden. Immer wieder versuchten wir uns an der steilen Südflanke, bis wir dann unterhalb einer streichenden Überschiebungsbahn, die morphologisch durch eine frische Bruchkante in Erscheinung trat, kleinste Ausstromöffnungen fanden, aus denen Flüssigkeiten austraten (Abb. 2 rechts). Kleinste Dichtunterschiede dieser austretenden Flüssigkeiten zeigten uns, dass diese Fluide sich im Bodenwasser schnell vermischen und dann nicht mehr zu sehen sind.



Abbildung 2: Die Gasaustritte in der Sauerstoffminimumzone in 750 m Wassertiefe sind durch Kalkschlote gekennzeichnet, welche von mikrobieller Biomasse (weiß und orange) überdeckt werden (links). Fluidaustrittsstellen am Meeresboden (kleiner als 3-7 mm im Durchmesser) am ersten Akkretionsrücken (rechts). Zwei der Austrittsstellen oben rechts und in der Mitte des Bildes unten sind aktiv, was sich aber über die Zeit des Tauchganges sehr rasch veränderte. ROV QUEST Fotos (MARUM, Bremen).

Die Austritte von weniger als einen halben cm im Durchmesser waren nur mit der hochauflösenden HD-Kamera zu sehen, die sehr nah an den Boden herangefahren werden kann. Während alle andern Seeps, die wir bisher auf der Reise

untersuchten, durch den Austritt von freiem Gas gekennzeichnet waren, wurden hier erstmals austretende Flüssigkeiten ohne freie Gasphase dokumentiert. Aus welcher Tiefe des Akkretionskeils diese Fluide aufsteigen, wird durch die geochemische Bearbeitung der an den Austrittsstellen gezielt eingesaugten Wasserproben geklärt werden können. Der 18. und letzte Tauchgang wurde am Mittwoch an einer neuen Lokation innerhalb der Sauerstoffminimumzone (OMZ) bei 750 m Wassertiefe durchgeführt (Abb. 2 links). Diese Taucharbeiten erweiterten unser bisheriges Spektrum der OMZ-Seeps erheblich, da wir an den Gasaustritten wertvolle Kalkschlote beproben konnten, die als Abscheidungs-Produkte biogeochemischer Methanumsetzung um die Gasblasen-austritte entstehen. Neben dem Tauchprogramm wurden täglich gezielt Schwerelote, Multicorer und CTD-Schöpferproben gewonnen.

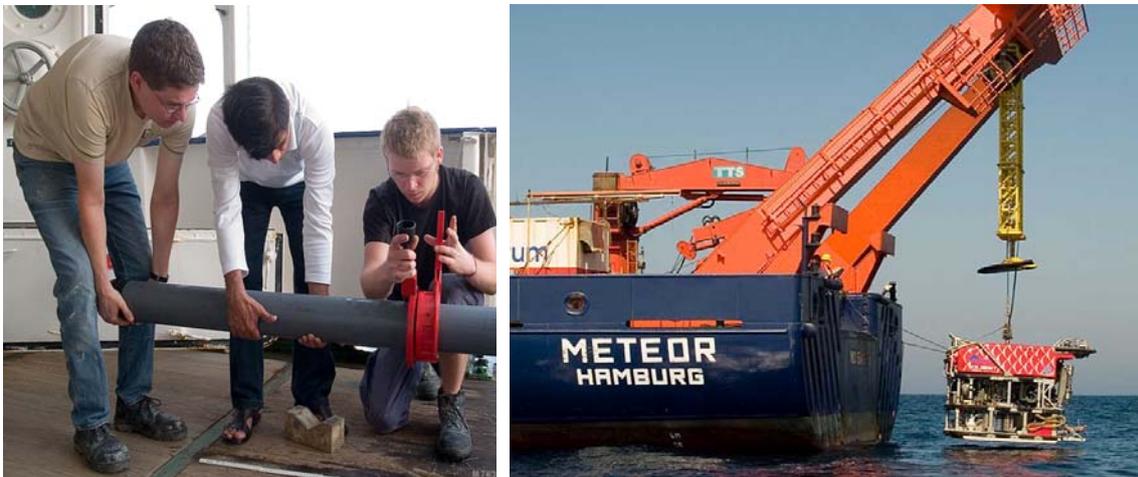


Abbildung 3: Zerlegung des gerade geborgenen Schwerelotkernes in einzelne Segmente (links). ROV QUEST geht von FS METEOR zu Wasser (rechts). Fotos: V. Diekamp (MARUM)

Die Stationsarbeiten wurden in der Nacht von Mittwoch auf Donnerstag eingestellt, und der 5-tägige Transit nach Süden begann. Lediglich Parasound und das Tiefwasserfächerecholot haben bis zur Grenze des Forschungsgebietes noch weitere Daten aufgezeichnet. Am Dienstag planen wir im Hafen von Male morgens einzulaufen, wo unsere Forschungsreise endet. Wir kommen nach Bremen mit einem großen Schatz an Proben sowie mit wissenschaftlich wesentlich neuen Erkenntnissen und Erfahrungen zurück. Das erreichte Ziel wäre ohne die große Hilfe des Bremer ROV-Teams und der Besatzung des Schiffes METEOR nicht möglich gewesen. Ich danke daher dem ROV-Team genauso herzlich wie Kapitän Walter Baschek und seiner Mannschaft. Die Expedition hat uns große Freude bereitet, in dieser freundlichen und hilfsbereiten Atmosphäre Forschung auf höchstem technischem und wissenschaftlichen Niveau durchführen zu können.

Es grüßt ein letztes Mal im Namen aller Fahrtteilnehmer

Gerhard Bohrmann

FS METEOR, den 24. November 2007