

# 1. Wochenbericht der Forschungsfahrt Nr. SO196 des FS SONNE, Projekt SUMSUN

So, 02. März 2008

Bereits während der Hafenzeit in Suva, Fidschi, vom 15.- 19. Februar wurden die vier Container des ROV Quest vom Bremer MARUM aufgenommen, die Winde installiert, und die letzten Anpassungsmaßnahmen durchgeführt. Die anschließende Transittfahrt von Fidschi nach Guam wurde für die Wartung und Installation des ROV genutzt. Hierzu befanden sich seitens der Wissenschaft 4 Mitglieder des ROV-Teams sowie Jens Schneider von Deimling (IOW) als Fahrtleiter an Bord. Aufgrund guter Fahrtleistung konnte die eintägige Verspätung, die durch Verzögerungen während der Liegezeit entstand, kompensiert werden, so dass FS SONNE am Mittag des 28. Februar nach einer Fahrt von 2811 sm mit einer mittleren Geschwindigkeit von 12.8 kn in Guam festmachen konnte. Nachdem am 29. Februar zusätzliche 22 Mitglieder der wissenschaftlichen Besatzung einschifften, wurde die folgenden 36 Stunden zur Entladung weiterer vier Container mit wissenschaftlichem Gerät genutzt und alle Gerätschaften in den Laboren und an Deck aufgebaut und verstaut. Die Erscheinung des Arbeitsdecks von FS SONNE ist deutlich von den bevorstehenden Aufgaben geprägt.



Plangemäß um 8 Uhr Ortszeit verließ FS SONNE am 2. März den Hafen von Guam und nahm Kurs auf das erste Arbeitsgebiet im Okinawa Trog, die sogenannte Yonaguni Knoll, an der jüngst das Auftreten von flüssige Kohlendioxid nachgewiesen und die Bildung von Kohlendioxidhydrat postuliert wurde. Mit 27 Personen wissenschaftlicher Besatzung ist die maximale Anzahl der wissenschaftlichen Plätze voll ausgereizt. Neben den deutschen Mitgliedern vom Institut für Ostseeforschung Warnemünde, dem Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen, dem

Leibniz-Institut für Meereswissenschaften in Kiel, dem Institut für Umweltphysik Bremen sowie dem MARUM befinden sich auch drei Wissenschaftler von JAMSTEC, AIST und der Universität Tokyo an Bord, drei der führenden Institute der Japanischen Meeresforschung. Zwei der japanischen Kollegen verfügen über mehrjährige Felderfahrung in den Arbeitsgebieten, was für die Planung und Durchführung des Programms von immensem Wert ist.

Bei günstigen Winden und Seebedingungen werden wir das Arbeitsgebiet voraussichtlich in den frühen Morgenstunden des 7. März erreichen. Alle an Bord sind guter Dinge und erfreuen sich bester Gesundheit.

Es grüßt für alle Fahrtteilnehmer

2. März 2008 – 14°43'N, 142° 11.5'E

A handwritten signature in blue ink, consisting of the letters 'G.R.' followed by a long, sweeping horizontal stroke.

Gregor Rehder, Fahrtleiter SO 196-2

## **2. Wochenbericht der Forschungsfahrt Nr. SO196 des FS SONNE, Projekt SUMSUN 10. März 2008**

Bei einer mittleren Fahrtgeschwindigkeit von fast 13 kn konnte das erste der drei Arbeitsgebiete, Yonaguni Knoll IV, um 02:00 h in der Nacht zum 7. März erreicht werden. Yonaguni Knoll IV ist ein aktives Hydrothermalgebiet, das durch einige Kampagnen Japanischer Forscher gut voruntersucht ist. Mindestens 6 aktive Ventsysteme mit Temperaturen von  $< 5$  bis  $> 300^{\circ}\text{C}$  sind in dem Gebiet bekannt. Insbesondere ist aber der Austritt von flüssigem Kohlendioxid an einigen der Systeme nachgewiesen, sowie das Vorkommen von flüssigem  $\text{CO}_2$  unterhalb einer stark an Schwefelverbindungen angereicherten Sedimentschicht.

Nachdem das wissenschaftliche Programm durch eine CTD-Station eröffnet wurde, u.a. um ein Schallgeschwindigkeitsprofil für die Lote und das Subpositionierungssystem Posidonia zu erhalten, wurde mit der Kalibrierung des neuinstallierten Posidoniasystems begonnen. Hierzu wurde ein Transponder ausgesetzt und durch eine Kalibrationsschleife eingemessen. Der anschließende Test der Positionierung zeigte ein hervorragendes Ergebnis, was sich auch bei den anschließenden ersten beiden Tauchgängen bestätigte. Damit steht nun auf allen vier Deutschen Großforschungsschiffen ein einheitliches, hochwertiges Subpositionierungssystem zur Verfügung.

Der anschließende Tauchgang von ROV Quest erfolgte mit einigen Stunden Verspätung, da es erforderlich war, die Führung für den Draht zum Aussetzen von Quest kurzfristig zu ändern, was mit großem Einsatz von Schiff und ROV Team gelang. Am frühen Nachmittag erfolgte dann der erste Tauchgang von ROV Quest auf FS SONNE. Hierbei zeigte sich, dass das Handling des Quest bei Ein- und Aussetzen in diesem Arbeitsgebiet sehr schwierig ist, da wir uns in der Hauptachse des Kuroshio-Randstroms mit derzeitigen Strömungsgeschwindigkeiten um die 3 kn befinden. Dennoch gelang eine Untersuchung des Moskito-Chimneys, eines über 250 Grad heißen Vent-Systems, mit einem ersten Einsatz einiger erst für diese Fahrt entwickelten Sensoren sowie der ersten Aufnahme mit einer neu installierten hochauflösenden Still-Kamera. Die online-Temperaturmessung mit Hilfe der Hochtemperaturmesssonde des GPI Kiel verlief problemlos. Zudem zeigte sich, dass die Positionierung mit Posidonia auf  $< 10$  m möglich ist und sich mit den Koordinaten der japanischen Voruntersuchungen exakt deckt, was die weitere Vorgehensweise extrem erleichtert. In der Nacht wurde die Wassersäule in Verlängerung der Achse des Hydrothermalgebiets mit insgesamt 5 CTD/Rosette Stationen untersucht und Proben für die Untersuchung des Karbonatsystems sowie der Isotopie des gelösten Heliums an Land gewonnen.

Am morgen des 8 März schloss sich der zweite Tauchgang 198 des ROV Quest an. Leider mussten sich Schiff und ROV in der starken Strömung der oberen 600 m weiter weit zurückfallen lassen, so dass es im Anschluss vier Stunden dauerte, das ROV wieder in das Arbeitsgebiet zu manövrieren. Im Anschluss erfolgte eine Untersuchung des Swallow Chimney, einer eher kalten Struktur mit aktivem Austritt von flüssigem  $\text{CO}_2$ . Hierbei konnte beobachtet werden, wie  $\text{CO}_2$ -Tropfen langsam an einem Überhang des Chimneys akkumulieren, von einer Hydratschicht überzogen

werden und ohne komplette Koagulation styroporartige Formationen bilden. In unmittelbarer Nähe des Vents wurde eine vielfältige Fauna vorgefunden. An den aufsteigenden Droplets wurde durch Skalierung die Aufstiegs geschwindigkeit vermessen. Die in situ pH- und pCO<sub>2</sub> Messungen wurden durchgeführt, einige Proben mit dem neuen Fluidprobennehmer KIPS2 genommen. Weitere Untersuchungen führten neben festen, wahrscheinlich karbonatdurchzogenen Sedimenten schliesslich zu einer Lokation, bei der die nun on-line auslesbare Temperaturlanze der Universität Bremen in weichem Sediment einen Temperaturgradienten von 15 °C über eine Distanz von etwa 40 cm anzeigte. Unmittelbar vor einer Beprobung musste aber aufgrund widriger Wetterverhältnisse der Tauchgang abgebrochen werden. Die Nacht wurde für eine umfassende Parasoundvermessung genutzt, bei der allem Anschein nach aus den Daten das Vorkommen des flüssigen Kohlendioxids in den oberen Sedimentlagen erkannt werden kann. Definitiv lassen sich die aufsteigenden CO<sub>2</sub>-Tröpfchen mit Parasound in der Wassersäule nachweisen. Wegen der widrigen Strömungs- und Wetterbedingungen konnte am 9. März kein Tauchgang verantwortet werden. Stattdessen wurde für einen ganzen Tag mit Hilfe des TV-geführten Multicorers versucht, Sedimente aus dem aktiven Gebiet zu erhalten. Diese Bemühungen führten schließlich in den Morgenstunden zum 10 März zum Erfolg, so dass jetzt in allen Laboren an stark entgasenden Sedimenten sowie an fast reinen CO<sub>2</sub>-Gasproben gearbeitet wird.



Detail eines heiße Fluidaustritts am „Moskito Chimney“

An Bord sind bis auf den üblichen Schlafmangel und klimatisierungsbedingter Erkältung alle wohlauf. Es grüßt für alle Fahrtteilnehmer

10. März 2008 – 24°51'N, 122° 42'E

*Gregor Rehder, Fahrtleiter SO 196*

### **3. Wochenbericht der Forschungsfahrt Nr. SO196 des FS SONNE, Projekt SUMSUN 17. März 2008**

Eine ereignisreiche und erfolgreiche Woche liegt hinter uns. Nachdem es am 10. März klar geworden war, dass aufgrund der widrigen Wind- und Strömungsverhältnisse im Arbeitsgebiet Yonaguni Knoll auch in den nächsten Tagen kein Tauchgang möglich sein würde, wurden am Tage durch erneute Einsätze des TV-MUC nicht nur weitere Proben kohlendioxidhaltiger Sedimente gewonnen, sondern auch die zur Zeit hervorragende Bildqualität des Gerätes genutzt, um die Strukturen und Lage der sedimentären Ablagerungen besser zu erfassen – eine wichtige Grundlage für weitere Tauchgänge. In der Nacht wurde dann in das etwa 60 km östlich gelegene Arbeitsgebiet Hatoma Knoll überführt, um am Morgen einen ersten Tauchgang an dieser Lokation durchzuführen.

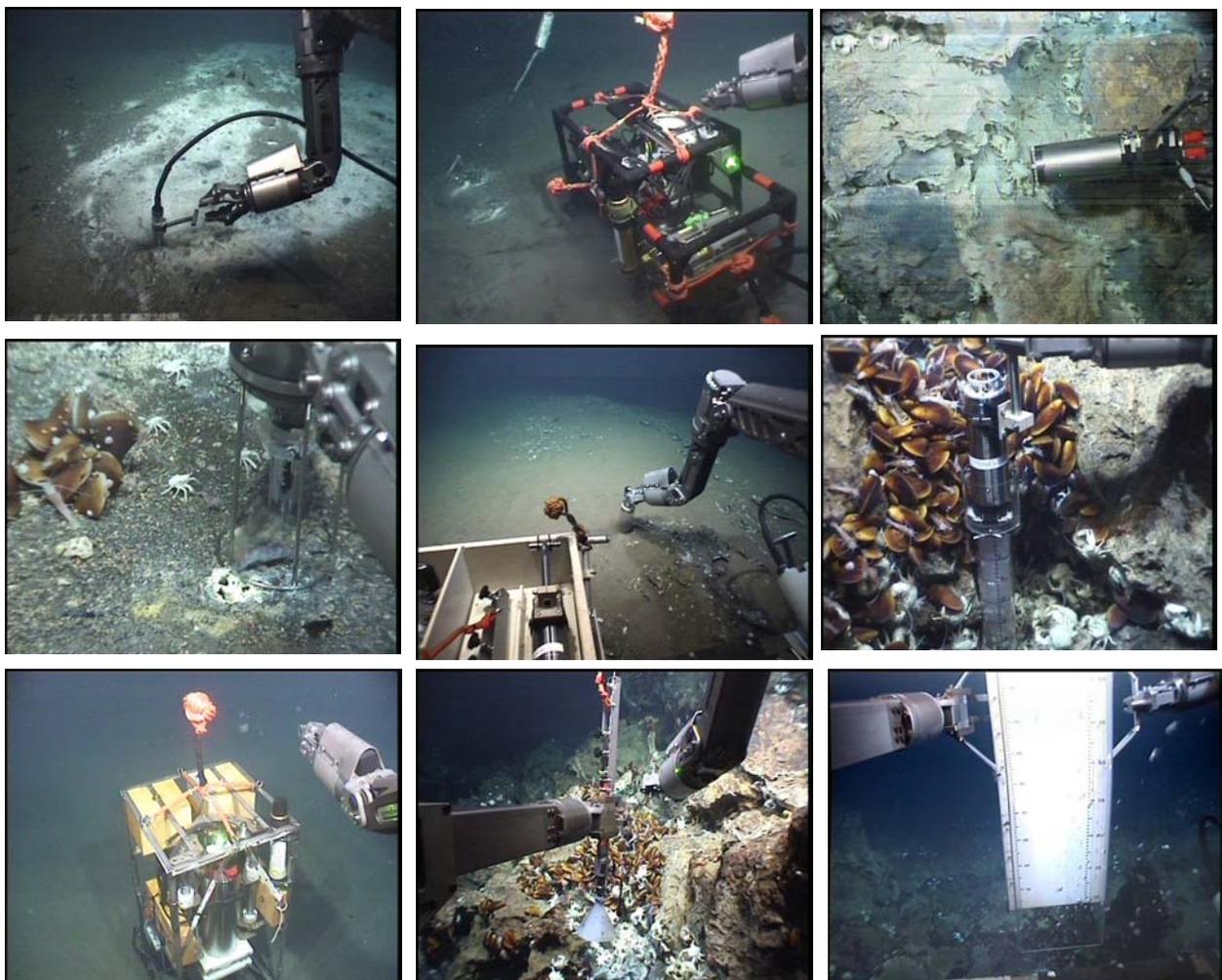
Hatoma Knoll ist ein weiteres von den japanischen Kollegen bereits gut voruntersuchtes Hydrothermalfeld. Die aktiven Quellen liegen in einer Caldera, aus der mehrere sehr unterschiedliche hydrothermale Strukturen herausragen, von denen an mindestens drei Lokationen vorwiegend kohlendioxidhaltiges Gas in die Wassersäule entweicht. Leider zeigte sich, dass die Sedimente in zwei sedimentbedeckten kleinen Becken stark mit festen Präzipitaten durchsetzt und daher für die Untersuchung der Auswirkungen von Kohlendioxidanreicherungen auf die Sedimentgeochemie und Biologie ungeeignet erscheinen.

Erfreulicherweise kann an dieser Lokation das ROV auch bei nördlichen Winden gut eingesetzt werden, weil die problematischen Wechselwirkungen von Wind-, Dünung und Strömungsverhältnissen hier nicht vorliegen. Daher entwickelte sich für den Rest der Reise die Strategie, mit Hilfe der relativ zuverlässigen Wind- und Wetterprognosen die Arbeiten zwischen den Arbeitsgebieten Hatoma Knoll und Yonaguni Knoll so aufzuteilen, dass bei östlichen bis südöstlichen Winden vorwiegend im Arbeitsgebiet Yonaguni Knoll gearbeitet wird. In dieser Situation setzten die starke (bis nahe 3kn) Oberflächenströmung und der Wind in gleiche Richtung und es baut sich kaum Dünung auf. Bei den in der Regel vorherrschenden Winden mit nördlicher Komponente erfolgen die Arbeiten im Arbeitsgebiet Hatoma Knoll, wo das ROV bisher immer eingesetzt werden konnte. Eine Konzentration auf Hatoma Knoll als Hauptarbeitsgebiet ist aufgrund der fehlenden beprobungsfähigen Sedimente an dieser Lokation nicht möglich.

Die ersten beiden Tauchgänge an Hatoma Knoll dienten der Untersuchung der Temperaturgradienten und einer ersten Beprobung der Sedimente, der Charakterisierung der CO<sub>2</sub>-Austrittsstellen und der Videodokumentation des CO<sub>2</sub>-Dropletaufstiegs, sowohl direkt vor skaliertem Hintergrund wie auch vor einer hierfür entwickelten Box mit rückwärtiger Beleuchtung. Erste Versuche, durch Aufwärtsbewegung mit dieser Box mit den aufsteigenden Droplets die Lösungsraten zu bestimmen, schlugen zwar fehl, waren aber bereits vielversprechend. Dieses nicht leichte Unterfangen bildete den würdigen Abschluß des 200sten Tauchgangs des ROV Quest des Bremer MARUM, wozu alle Beteiligten dem achtköpfigen Team hier an Bord wie auch den weiteren Mitgliedern des Teams an Land und den Visionären, die dieses erste tiefseetaugliche ROV für die Wissenschaft in Deutschland ermöglicht haben, herzlich gratulieren. Bei einem weiteren Tauchgang am Hatoma Knoll konnte

an vier unterschiedlichen Austrittsstellen das aufsteigende Gas mit gasdichten Probennehmern gesammelt und später auf seine Bestandteile untersucht werden.

Bei den in dieser Woche absolvierten zwei Tauchgängen im Gebiet Yonaguni Knoll IV konnten erstmal in einem derart CO<sub>2</sub>-reichen Gebiet mittels eines *in situ*-Profilers die geochemischen Gradienten des CO<sub>2</sub> Systems vermessen und mit einer benthischen Kammer zudem der Fluss aus dem Sediment bestimmt werden. Mit Hilfe des Pushcore-Programms sowie eines komplementären TV-MUC Programms ist an mindestens einer aktiven Lokation das gesamte geochemische Umfeld sowie die Unterschiede in der Artenbesiedlung von Mikro-, Meio, und Makrofauna erfasst. Höchst ungewöhnliche Meßergebnisse der Porenwasserkonzentrationen etwa des pH-sensitiven Silikats, sowohl in MUC-Kernen wie auch in Schwerelotproben, sowie die Untersuchung der großskaligen Auswirkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf die Wassersäule rundeten die Ergebnisflut dieser ereignisreichen Woche ab.



Diverse ROV-Tools, viele davon eigens für das SUMSUN-Projekt entwickelt, im Einsatz am Meeresboden.

Die anfänglich vereinzelt auftretenden Fälle von Erkältung sind jetzt einer kollektiven Übermüdung gewichen, bei der aber alle Fahrtteilnehmer weiterhin wohlauf und bei guter Laune sind.

Es grüßt im Namen aller Teilnehmer der SO 196

17. März 2008 – 24°51'N, 122° 41'E

Gregor Rehder, Fahrtleiter SO 196

## **4. Wochenbericht der Forschungsfahrt Nr. SO196 des FS SONNE, Projekt SUMSUN 23. März 2008**

Die vergangene Woche zeigte wieder einmal, wie nah Höhen und Tiefen in der Meeresforschung zusammenliegen. Nach den erfolgreichen Tauchgängen der davorliegenden Woche war am Ende des Tauchgangs 203 leider eine schwerwiegende Störung des Orion-Greifarms des ROV aufgetreten. Während innerhalb der folgenden zwei Tage versucht wurde, das Problem zu beheben, wurden weitere noch erforderliche Arbeiten zur Sediment- und Wasserbeprobung im Arbeitsgebiet Yonaguni Knoll IV durchgeführt. Durch das während der Tauchgänge und während der TV-MUC Einsätze gewonnene gute Verständnis der räumlichen Verteilung der Sedimente, die hydrothermal stark durch Kohlendioxid beeinflusst sind, sowie das Wissen um die Lage von nicht sedimentbedeckten bzw. mit Karbonat- und Schwefellagen überzogenen Gebiete war es möglich, die Arbeiten zur Verteilung von Mikro, Meio- und Megafauna umfassend zu vervollständigen. Hiermit ist wohl erstmals gelungen, die Unterschiede der Sedimentfauna eines stark mit CO<sub>2</sub> angereicherten Systems und eines Referenzsedimentes vollständig zu erfassen. Der Einsatz des Schwerelotes erweiterte das Verständnis der Wechselwirkung der warmen, kohlendioxidreichen Lösungen mit dem Sediment bis in größere Tiefen. Daneben wurde im Rahmen des CTD-Programms, dessen Sensorik mittlerweile mit pH-, Eh- und Backscattersensor aufgerüstet ist, die Kartierung des hydrothermalen, CO<sub>2</sub>-angereicherten Plumes in der Wassersäule weitergeführt. Dabei zeigten sich unter anderem klare Anzeichen für mindestens eine weitere, bisher unbekannte Hydrothermalquelle im Nordosten des Arbeitsgebiets.

In der Nacht zum 19ten März wurde ins Gebiet Hatoma Knoll verholt, weil es klar war, dass bei der angekündigten Wetterfront der nächste Tauchgang nur in diesem Arbeitsgebiet erfolgen konnte. Der gesamte Tag und die darauffolgende Nacht wurde in einem Kraftakt der Beteiligten mit einem 24stündigen CTD-Programm verbracht, so dass es gelang, mit 12 Profilen den Einfluss des CO<sub>2</sub>-reichen Hydrothermalsystems Hatoma Knoll zu kartieren und engmaschig zu beproben. Hierbei zeigte sich, dass durch die quasi geschlossene Struktur innerhalb der Caldera von Hatoma Knoll eine starke Anreicherung aller chemischen Signale gefunden wird. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass ein „Ausfluss“ aus der Struktur im Wesentlichen durch einen Einschnitt in die Calderawand im Süden geschieht.

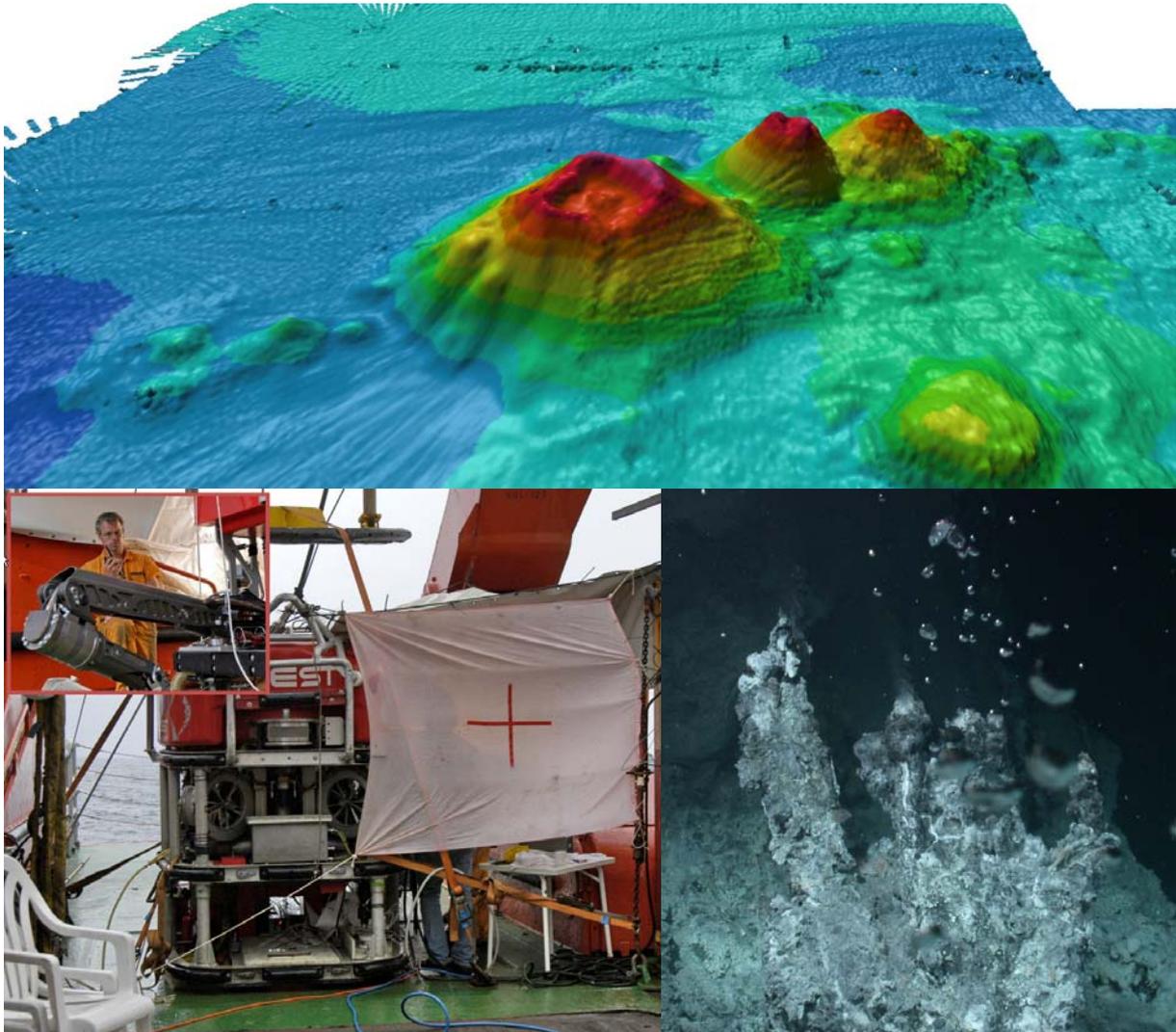
Der 20ste Mai mit den Tauchgängen 204 und 205 sollte sich zu einer wissenschaftlich-emotionalen Berg- und Talfahrt entwickeln. Beim Aussetzen des Gerätes wurde die „Bubble Box“, ein Tool zur Betrachtung von Gasblasen und Tropfen mit einer rückwärtigen Beleuchtung, trotz Anbindens und Sicherung mit dem Riggmaster-Arm von der Porch des ROV gespült, unerfreulich nicht nur wegen des finanziellen Verlusts, sondern auch, weil sie wesentlicher Bestandteil des für den Tauchgang geplanten wissenschaftlichen Programms war. Umso größer die Erleichterung, als sie - quasi umgehend nach Sichtung des Meeresbodens - lokalisiert werden kann. Durch die Beleuchtung ist sie über eine Entfernung von mehr als 100 m klar visuell zu orten. Doch die Bergung wird überschattet von der Feststellung, dass die Reparatur des Orion-Arms nicht erfolgreich war und dieser nicht einsetzbar ist. Nach kurzer Klärung der Optionen wird beschlossen,

aufzutauchen und einen zweiten Tauchgang noch am gleichen Tag durchzuführen. Dieser ist der Aufnahme der Größenverteilung und der Bewegung der CO<sub>2</sub>-Tropfen gewidmet und findet, nach einer kurzen Exkursion zu den beeindruckend ästhetischen hydrothermalen Hot-Spots, seinen krönenden Abschluß in der erfolgreichen Verfolgung einzelner CO<sub>2</sub>-Tropfen durch die Wassersäule über Strecken von bis zu 150m. Diese Experimente werden nach Video-Auswertung eine Aussage über die Lösungsgeschwindigkeit erlauben. Trotz des Erfolges sind wir mit der Tatsache konfrontiert, dass uns für den Rest der Fahrt der für praktisch alle Beprobungssysteme erforderliche Orion-Arm nicht mehr zur Verfügung steht.

Nach Rückkehr ins Arbeitsgebiet Yonaguni Knoll bei verbesserter Wetterlage und eines weiteren Schwerelots erfolgt am 21. März der Tauchgang 206, nun angepasst auf die eingeschränkten Möglichkeiten unseres wichtigsten Arbeitsgeräts. Mit Hilfe sorgfältiger Anpassung gelingt es, die benthische Kammer erneut mehrmals erfolgreich abzusetzen. Die Zwischenzeiten werden genutzt, um durch genau eingehaltenes Abfahren des Meeresbodens (Video-Mosaik) quantitativ die aktiven, praktisch völlig der freibeweglichen Megafauna beraubten, sowie die weniger aktiven, stärker besiedelten Flächen, zu kartieren. Im Anschluss an diesen Tauchgang wird ein langer geschleppter Transekt des TV-MUCs eingesetzt, bei dem anstelle der Kernvorrichtung der *in situ*-Profiler der Arbeitsgruppe von Dirk de Beer, MPI eingebaut ist. Hierdurch gelingt ein bodennaher Transekt von *in situ* pH, pCO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S und weiterer Parameter, wobei die aufgenommenen Signale mit den vorangegangenen Bodenbeobachtungen der aktiven Gebiete sehr gut korrelierbar zu sein scheinen. Der Rest des Arbeitsprogramms wird mit Schwerelot und TV-Muc zur weiteren Vervollständigung der Datensätze der biogeochemischen Sedimentcharakterisierung verwendet. Gleichzeitig wird nach der Bergung des ROVs fieberhaft an dem Gerät gearbeitet, da beim letzten Tauchgang das Kabel gelitten hat und die Terminierung erneuert werden muss. Zudem wird versucht, durch geeignete Umbauten zu ermöglichen, auch ohne Orion-Greifarm einige Proben zu gewinnen.

Der Tauchgang 207 muss dennoch abgebrochen werden, da bei 700 m ein wohl druckbedingter Totalverlust der Kommunikation mit dem Gerät festgestellt werden muss. Glücklicherweise gelingt es in geringerer Wassertiefe, wieder die Kontrolle über das Fahrzeug zu gewinnen, so dass die Bergung eines „toten“ ROVs, für das bereits das Beiboot klariert worden ist, nicht erforderlich wird. Aufgrund eines für die Nacht erwarteten Frontensystems muss hiermit das Tauchprogramm beendet werden. In den verbleibenden 12 Stunden werden durch Schwerelot, TV-Muc und CTD-Einsätze weitere Lücken in der Beprobung geschlossen und mit der Station 99-CTD das wissenschaftliche Programm am Morgen des 23sten März beendet.

Seit zwei Tagen befinden wir uns nun auf dem Transit nach Manila, die Kisten sind weitestgehend gepackt und türmen sich in den Gängen, die Labore, kurzzeitig zu Stätten modernster Meeresforschung mutiert, leeren sich wieder. Viel haben wir wissenschaftlich erreicht, einige wichtige Fragen sind beantwortet, einige unerwartete Erkenntnisse fesseln uns. Viele Fragen sind neu aufgekommen, können präziser gestellt werden oder sind erst durch die Beobachtungen der letzten zwei Wochen formulierbar geworden. So schicken sich die Leiter der wissenschaftlichen Arbeitsgruppen an, noch an Bord die Weichen für einen Projektantrag SUMSUN II zu stellen. Nach der Expedition - ist vor der Expedition.



3-D bathymetrische Darstellung von Hatoma Knoll, OP am Orion Greifarm des ROV, und der Blick auf einen hydrothermalen Schlot durch eine mit CO<sub>2</sub>- Tropfen behaftete Optik – Eindrücke der letzten Woche des wissenschaftlichen Programms der SO 196.

Als Fahrtleiter bleibt es mir noch vorbehalten, allen Beteiligten der Crew und der Wissenschaft für die enorme Arbeitsbereitschaft der vergangenen, bei vielen sehr intensiv erlebten zwei Wochen zu danken.

Wie immer mischen sich kurz vor Ankunft die Freude auf die Wiederkehr nach Hause und der manchmal herbe Geschmack des Abschiednehmens. Nach wie vor sind alle an Bord wohlauf.

Es grüßt ein letztes Mal von der SO 196 im Namen der Teilnehmer