

## Wochenbericht SO-216 (BAMBUS), 15.06. – 22.06.2011

Townsville, Australien – östliches Manus-Becken, Papua Neuguinea

Am Nachmittag des 15. Juni liefen wir bei idealem Wetter aus dem schönen Townsville aus. Durch das vorangegangene lange Wochenende (der 14. war Queen's Birthday) hatte sich der Hafenaufenthalt nur geringfügig verlängert. Unsere ersten wissenschaftlichen Aufzeichnungen machten wir mit dem EM120 Fächerecholot im Auftrag eines Kollegen (Dr. Robert Beaman, von der Universität Cairns), der Meeresbodenvermessungen im Barriereriff und dem Korallenmeer auswertet. Unsere Transitroute wurde daher so gewählt, dass sie parallel zur Route von SO-203 (Townsville – Woodlark-Becken) verlief. Während des gesamten Transits herrschte ruhige See und *Sonne* machte gute Fahrt, so dass wir planmäßig am 19. Juni im Manus-Becken ankamen.

Unsere Arbeiten dort zielen auf die Untersuchung der vielfältigen Hydrothermalquellen im östlichen Manus-Becken ab. Vorarbeiten zeigten, dass in dem kleinen Areal zwischen 151°40'E und 152°10'E die Zusammensetzung der Gesteine und Hydrothermalfluide extrem stark variieren, ebenso wie die faunistischen Vergesellschaftungen. Mit unserem multidisziplinären Team (Geologie, Geochemie, Mikrobiologie, Ökologie, Biogeochemie) wollen wir vorrangig diese Quellaustritte untersuchen, um die geochemisch-biologische Wechselwirkungen darin zu verstehen. Dabei wird das ROV *Quest 4000m* unser Hauptarbeitsgerät sein.

Unsere erste Maßnahme im Manus-Becken war die Anbordnahme des PNG-Beobachters, Leo Jonda, einem wissenschaftlichen Mitarbeiter am geologischen Institut der Universität in Port Moresby. Leo wurde in aller Frühe per Dinghy von Kokopo aus zum Schiff transferiert. Währenddessen genoss die Besatzung der *Sonne* die beeindruckende Kulisse der Vulkane in der Umgebung von Rabaul.

Nach zwei weiteren Stunden Fahrt begannen wir um 1 Uhr (UTC) im östlichen Manus-Becken mit einem CTD-Einsatz, der Roll-Kalibrierung des EM120 sowie der Kalibrierung des Posidonia-Ortungssystems. Die verbleibende Zeit des ersten Arbeitstags wie auch die weiteren Nächte nutzen wir zur Vermessung der Bathymetrie im östlichen Manus-Becken mit dem EM120.

Während *Quest 4000m*, im Ersteinsatz nach komplettem Umbau, anfangs einen Tauchgang abbrechen musste, führten wir eine weitere CTD-Station durch und beprobten den Bugave-Rücken mit dem TV-Greifer. Den Bugave-Rücken haben wir nun auch komplett bathymetrisch aufgenommen. Die TV-Greifer-Station sowie die EM120 Ergebnisse belegen, dass es sich um eine nordost-streichende neovulkanische Spreizungszone handelt, deren nordöstliches Ende sehr stark umbiegt. Im TV-Greifer befanden sich frische plagioklas- und klinopyroxen-führende, blasenreiche Vulkanite mit sehr hohem Glasanteil.

Bei den ersten ROV-Tauchgängen am 21. und 22.6. konnten schwefelsaure Hydrothermalquellen am North Su-Vulkan bei 3°47,6'S und 152°06,1'E in einer Wassertiefe von 1200 bis 1220 m beprobt werden, die sich über ein weites Areal

der sehr steilen Vulkanflanke erstrecken. Wir konnten Fluide, Gesteine und Biota von verschiedenen Quellaustritten an der Nord- und Ostflanke des North Su-Vulkans sammeln. Es wurden außerdem Inkubationsexperimente ausgesetzt, die gegen Ende der Ausfahrt wieder eingesammelt werden sollen.

Wir sehen erwartungsvoll und voller Spannung der zweiten Arbeitswoche entgegen und genießen die sehr angenehme Arbeitsatmosphäre auf der *Sonne*.

Im Namen aller Fahrtteilnehmer,

Wolfgang Bach, Fahrtleiter



**Abb.1:** Schnecken und Garnelen baden in warmen Fluiden, deren Austritte andernorts die Bildung flokulenter weißer Ablagerungen (linker oberer Bildausschnitt) hervorrufen. Diese Ablagerungen bedecken weite Bereiche der Vulkanflanke North Sus. Wir verfolgen die Hypothese, dass es sich bei diesen Bildungen um mikrobiell erzeugten Schwefel handelt.

Östliches Manus-Becken, Papua Neuguinea

Die ersten Tauchgänge hatten Untersuchungen am North Su Vulkan im östlichen Manusbecken zum Ziel. North Su ist ein etwa 500 m hoher Kegel, der bis in eine Wassertiefe von 1150 m reicht. Der Vulkan ist sehr aktiv – magmatisch sowie hydrothermal. Hunderte von heißen Quellen sind allein hier zu finden. Dabei unterscheiden sich die Quellen sehr stark voneinander. An der Nordflanke dominieren Quellen, an denen Muscheln und Schnecken leben. Außerdem wurden dort Röhrenwürmer, Seepocken und Seeanemonen sowie Garnelen, Krebse, und Fische gefunden.

An der Westflanke fanden wir extrem heiße Schwarze-Raucher-Fluide, die am Meeresboden kochen. Diese Quellen liegen in 1190 m Tiefe und dort herrscht ein Druck von 120 bar. Bei diesem Druck kocht Meerwasser bei ca. 325°C und dies entspricht tatsächlich der gemessenen Temperatur. Das Kochen macht sich optisch bemerkbar, denn die Dampfblasen reflektieren das Scheinwerferlicht des ROVs und es hat den Anschein, dass in dem schwarzen Rauch Lichter brennen (Abb. 1).

Schwarze Raucher finden sich in großer Anzahl in der Gipfelregion des North Su Vulkans. Die austretenden Fluide sind ca. 300°C heiß und sehr metal- und sulfidreich. Um die Raucher herum treten warme Wässer aus dem Meeresboden und es bilden sich feine weiße Filamente am Meeresboden, die vermutlich auf mikrobielle Aktivität zurückgeführt werden können. Nach einigem Suchen wurden auch weiße Raucher gefunden, an denen sich große Mengen von Schwefel bilden. Dort tritt auch überkritisches CO<sub>2</sub> aus, das beim Abkühlen flüssig wird und am ROV CO<sub>2</sub>-Chlathrate bildete. Der Schwefel ist oberhalb von etwa 120°C flüssig und tritt wie Lava am Meeresboden aus. Er bildet dort bizarre Formen, die an abgebrannte Kerzen erinnern (Abb. 2). Wir haben dieses Hydrothermalfeld "Sulfur Candles" genannt. Überall raucht es und es treten Gasblasen sowie sehr saure Wässer aus dem Meeresboden. In den vulkaniklastischen Sedimenten steckt in wenigen cm Tiefe flüssiger Schwefel, der durch die Disproportionierung von magmatischem SO<sub>2</sub> gebildet wird. Durch die aufsteigenden Fluide wird der Schwefel ausgetragen und baut Ruacher auf oder fließt als Lavastrom ab. An der Ostflanke North Sus fanden wir erkaltete Schwefellavaströme von über einem Meter Mächtigkeit.

Ein besonderer Dank gilt den ROV-Piloten, denen es gelang, im Sulfur-Candles-Feld Proben zu nehmen, obwohl die Bedingungen extrem schwierig war. Bei Bodenkontakt wäre das ROV mit flüssigem Schwefel verklebt und stark beschädigt worden.

Kartierungen mit dem ROV ergaben, dass die gesamte Südostflanke von North Su mit weißen Rauchern versehen ist. Die Raucher erzeugen eine Plume von erheblichem Ausmaß, den wir bei jedem Tauchgang dort ausloten können.

Bei den Kartierungen konnten wir auch feststellen, dass sich die Form des Vulkans gegenüber der aus einer Detailvermessung im Jahr 2006 erheblich verändert hat. Auf der Südflanke North Sus ist nämlich in den letzten fünf Jahren ein Schlacken- und Aschenkegel aufgewachsen. Tauchfahrten über diesem neugebildeten

Ozeanboden zeigten, dass sich in der Kürze der Zeit bereits ausgedehnte Schwefelkrusten gebildet haben.

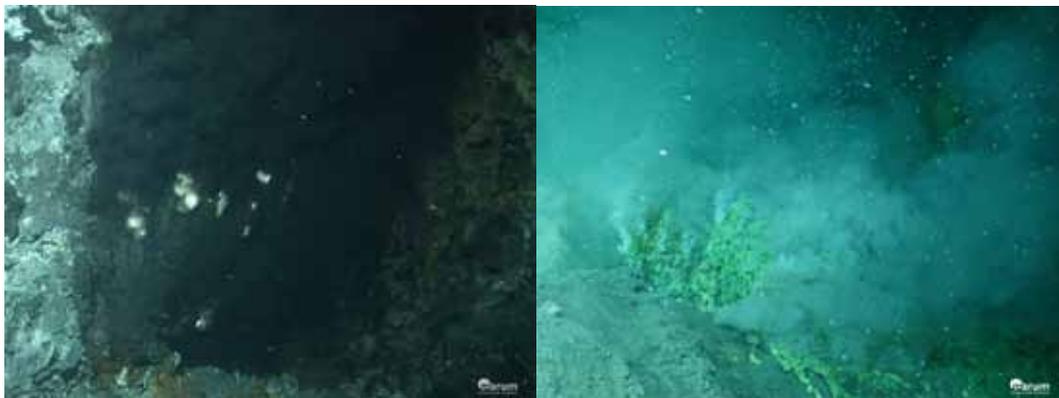
Wir setzen unsere Untersuchungen derzeit im 50 km westlich befindlichen PACMANUS-Gebiet fort. Dort haben wir bei den ersten beiden Tauchgängen sehr unterschiedliche Faunenvergesellschaftungen in ausgedehnten Feldern diffuser Fluidaustritte finden können. Deren geochemische, geologische, mikrobiologische und ökologische Beprobung hat nun begonnen und wird in den nächsten Tagen fortgesetzt. Diese Quellen sind in idealer Weise für die Bearbeitung unserer wissenschaftlichen Fragestellungen geeignet.

Die Ausstattung des *Quest 4000m* mit einer höchstaflösenden Videokamera ermöglicht atemberaubende Aufnahmen mit extrem hoher Schärfe und Ortsauflösung. Bemerkenswert ist auch das in-situ Massenspektrometer, mit dem Stephane Hourdez während des Tauchgangs kritische Fluidparameter bestimmen kann. Diese Messungen sind extrem hilfreich im Aufspüren von geochemischen Gradienten entlang denen wir beproben möchten.

Alle hier sind mit Begeisterung dabei und die Crew der Sonne ermöglicht uns eine unbeschwerte und angenehme Forschungsreise, die bestimmt noch die eine oder andere Überraschung bringen wird.

Im Namen aller Fahrtteilnehmer (Abb. 3),

Wolfgang Bach, Fahrtleiter



**Abb.1:** An der sehr steilen Westflanke des North Su Vulkans treten kochende Hydrothermalfluide aus.

**Abb.2:** An der Südwestflanke des North Su Vulkans wurde eine bislang unbekannte Form von Hydrothermalquellen gefunden, an denen Raucher aus flüssigem Schwefel aufgebaut werden und Blasen aus CO<sub>2</sub> austreten. Die Wässer sind sehr sauer (pH ca. 1.4).



Abb.3: Die Fahrtteilnehmer von SO216 (Bild von Christian Borowski)

Östliches Manus-Becken, Papua Neuguinea

Bei dem vorerst letzten Tauchgang am North-Su-Vulkan wurde ein zwischen 2006 und 2011 entstandener Vulkankegel auskartiert, der auf der Südflanke aufgewachsen ist. Trotz des jungen Alters ist der Meeresboden dort stellenweise intensiv mit Schwefel verkrustet und es gibt ausgedehnte weiße und orangene Akkumulationen flockigen Materials, das evtl. auf mikrobielle Prozesse zurückzuführen ist (Abb. 1). Direkt östlich des neuen Kegels fanden wir eine Vielzahl von weißen Raucher. Die Gesteine um die Austrittsstellen herum sind intensiv gebleicht und weisen auf fortgeschrittene argillitische Alteration hin.

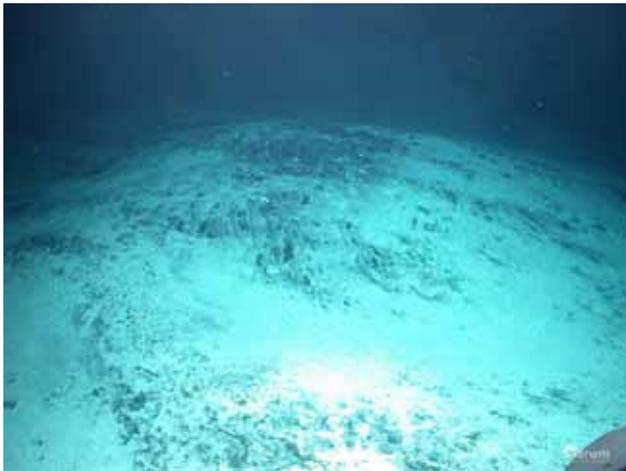


Abb. 1: So sieht es im Gipfelbereich des neu aufgewachsenen Kegels aus. Weiße Matten und Strömungsrippeln in der weichen Asche prägen das Bild.

In den letzten beiden Tagen haben wir eine intensive biologische Beprobung der diffusen Quellen im Fenway-Hydrothermalgebiet von PACManus gemacht. Dort leben Muscheln neben Schnecken und Röhrenwürmern, wobei die Verteilung der Organismen nicht wahllos ist. Mit unseren Untersuchungen wollen wir feststellen, welche Umweltbedingungen die Verteilung der Organismen beeinflussen. Dazu kommt das in situ Massenspektrometer häufig zum Einsatz, mit dem Stephane Hourdez in Echtzeit die Mengen gelöster Gase sowie den pH der Wässer bestimmen kann (Abb. 2).



Abb.2 :Das in situ Massenspektrometer pumpt Hydrothermalwässer über eine spezielle Membrane und misst dabei die Gehalte der darin gelösten Gase.

Bei den Fahrten zwischen den einzelnen Arbeitsgebieten wird der Meeresboden geologisch kartiert. Es zeigt sich dabei, dass die Verbreitung dicker Blocklava-

Ströme die räumlichen Verteilung der Hydrothermalquellen maßgeblich beeinflusst.

Bei Fluidbeprobungen mit einem speziellen gasdichten Probenschöpfer konnten wir feststellen, dass sich die Zusammensetzungen und Temperaturen der Quellen seit der ersten Beprobung in 2006 stark verändert haben. Darüber hinaus variiert die Zusammensetzung sehr stark auf kleine räumlichen Skalen. Die benachbarten Satanic-Mills, Fenway und Snowcap Hydrothermalfelder unterscheiden sich zum Beispiel sehr stark hinsichtlich der Zusammensetzung der Hydrothermallösungen und der Ablagerungen.

Die Wässer bei Satanic Mills (Bild 3) sind weniger salzig als andernorts, bei einer Temperatur von ca. 345°C sieden sie an der Austrittsstelle und sie haben darüberhinaus extrem viel Kohlendioxid gelöst. Beim Aufsteigen der Lösungen entmischt CO<sub>2</sub> als überkritisches Fluid. Beim Abkühlen wird das Kohlendioxid flüssig, und man sieht im Umfeld der heißen Quellen von Satanic Mills gelegentlich Blasen flüssigen Kohlendioxids aufsteigen. Im Unterschied zu den gasartigen Blasen steigen Blasen flüssigen Kohlendioxids sehr viel langsamer auf, da seine Dichte nur ein wenig geringer ist als die des umgebenden Meerwassers.

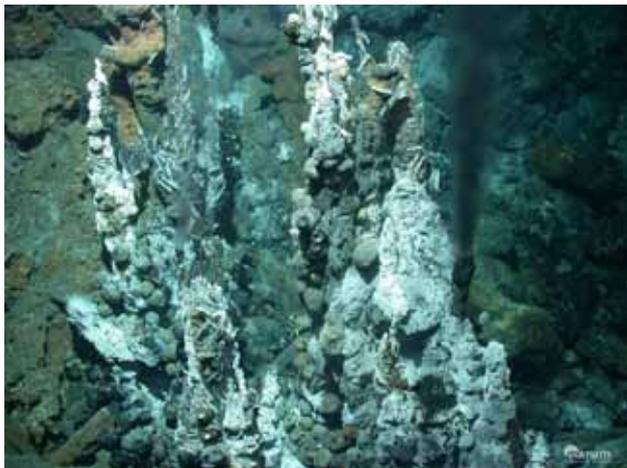


Abb. 3: Schwarze Raucher im Satanic-Mills-Hydrothermalfeld haben Kochtemperatur und entmischen überkritisches CO<sub>2</sub>. Die Wässer haben mindestens dreimal mehr CO<sub>2</sub> gelöst als noch im Jahr 2006.

Bei unseren Arbeiten standen die Beprobung von Fauna, freilebenden Mikroben und niedertemperierter Fluid mit dem Kieler KIPS System im Vordergrund.

Inzwischen wurde auch das besonders aktive Roman Ruins Hydrothermalfeld beprobt, ausserdem ein neues Raucherfeld, das etwa 400 nordwestlich von Roman Ruin liegt. Die Koordinaten für diese Quellen hatten wir von Kledy Koloa bekommen, der als Beobachter der Firma Nautilus an Bord ist. Nautilus betreibt Exploration im Südwest-Pazifik, um die dortigen Vorkommen metallischer Rohstoffe zu erfassen.

In den nächsten Tagen arbeiten wir wieder im North-Su-Gebiet, um dort weitere Messungen und Beprobungen durchzuführen sowie dort anfangs ausgesetzte Inkubationsexperimente aufzusammeln.

Im Namen aller Fahrtteilnehmer

Wolfgang Bach, Fahrtleiter

## Wochenbericht SO-216 (BAMBUS), 06.07. – 13.07.2011

### Östliches Manus-Becken, Papua Neuguinea

Morgen, am 14.07.2011, wird die Ausfahrt SO216 für die meisten Wissenschaftler und Techniker in Madang zuende gehen. Mit 22 Tauchgängen mit dem MARUM-Quest 4000m sowie fünf TV-Greifer- und vier CTD-Stationen war die Ausfahrt sehr ertragreich.

In der letzten Woche der Ausfahrt wurden die Arbeiten in den North-Su- und PACManus-Hydrothermalfeldern fortgesetzt. Dabei ging es vorrangig um die Aufnahme der anfangs ausgebrachten Inkubationsexperimente. Diese waren an ausgewählten Stellen in beiden Arbeitsgebieten in diffusen Quellaustritten positioniert worden. Mit dem in situ Massenspektrometer wurden die Mengen gelöster Gase gemessen. Außerdem wurden die Temperaturen und die pH-Werte der Lösungen bestimmt. Viele dieser Quellen wurden darüber hinaus mit dem KIPS-System beprobt. An diesen Proben soll u.a. die Speziierung von Schwefel und Arsen bestimmt werden. Manche Quellen, insbesondere die an der Südflanke des North-Su-Vulkans, haben derart viel Gas gelöst, dass eine sinnvolle Beprobung nur mit einem isobarischen Probenschöpfer möglich ist, den unser Kooperationspartner Jeff Seewald von der WHOI entwickelt hat. An Bord zeigte sich bei der Extraktion der Lösungen (Abb. 1), dass auf ein Volumenteil Wasser bis zu 10 Teile Gas kommen. Da die Proben beim Auftauchen nicht entgasen, können die in situ Gaskonzentrationen und pH-Werte zuverlässig bestimmt werden. Dies liefert für die Interpretation der Fluiddaten entscheidende Vorteile.



Abb. 1: Der Fluidgeochemiker Eoghan Reeves füllt im Reinlabor der SONNE eine gasreiche Probe für Helium-Isotopenmessungen ab (Foto: Niels Jöns).

Einige Quellen, so die von Solwara 7 und 8 im PACManus-Gebiet, wurden erstmals beprobt. Bei anderen Quellen haben sich die Zusammensetzungen im Vergleich zu den Ergebnissen der FS Melville Ausfahrt im Jahr 2006 sehr stark verändert. Gleichzeitig konnten wir inzwischen einwandfrei belegen, dass es vulkanische Ereignisse in den letzten fünf Jahren gegeben hat, welche die Verteilung der weißen Raucher bei North-Su drastisch verändert hat.

Ein besondere Höhepunkt der Ausfahrt war die Entdeckung neuer weißer Raucherquellen am North-Su-Vulkan. Als wir diese Woche wieder zu diesen

Quellen tauchten, stellten wir eine überaus hohe Blasendichte in der Wassersäule über "Sulfur Candles" fest (Abb. 2).



Abb. 2:  
Blasenvorhänge aus  
CO<sub>2</sub> und weißer  
Rauch bedecken  
weite Teile der  
Flanken des North-  
Su-Vulkans, wie hier  
bei "Sulfur Candles".

Wir konnten die Blasen in einem Blasenfänger auffangen und uns davon überzeugen, dass es sich um flüssiges CO<sub>2</sub> handelt, das beim Abkühlen CO<sub>2</sub>-Clathrate bildet. Die Blasenzüge konnten auch mit dem schiffseigenen Parasound-System sehr gut sichtbar gemacht werden. Trotz ausgesprochen widriger Sichtverhältnisse konnten wir mehrere weiße Raucherquellen beproben und haben ein weiteres Raucherfeld entdeckt, das sich an der jüngst umgebildeten Südwestflanke von North Su befindet (Abb. 3).

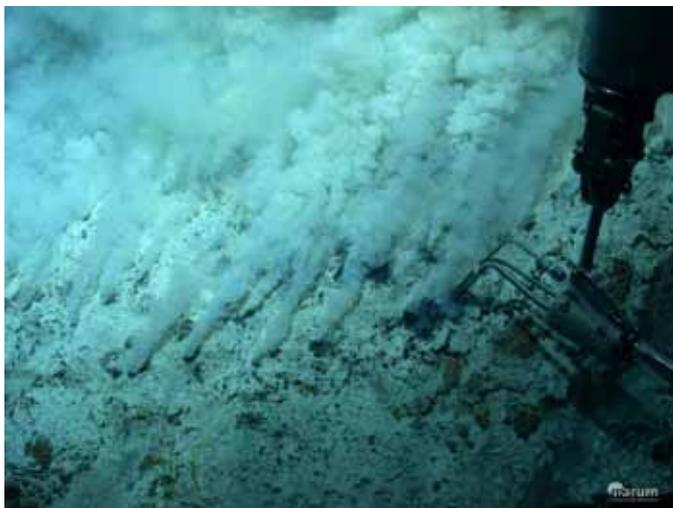


Abb. 3: Diese weißen  
Raucher im North-Su-  
Hydrothermalfeld sind in  
den letzten fünf Jahren  
an der im selben  
Zeitraum umgebildeten  
Südwestflanke des  
Vulkans entstanden.

Die wissenschaftlichen Ziele werden mit dem gewonnenen Probenmaterial aller Voraussicht nach voll erfüllt werden können. Das Leben und Arbeiten an Bord der SONNE machte allen Fahrtteilnehmerinnen und -teilnehmern großen Spaß. Die gesamte Crew unter der Leitung von Kapitän Lutz Mallon war extrem hilfreich, freundlich und kompetent.

Im Namen aller Fahrtteilnehmer

Wolfgang Bach, Fahrtleiter