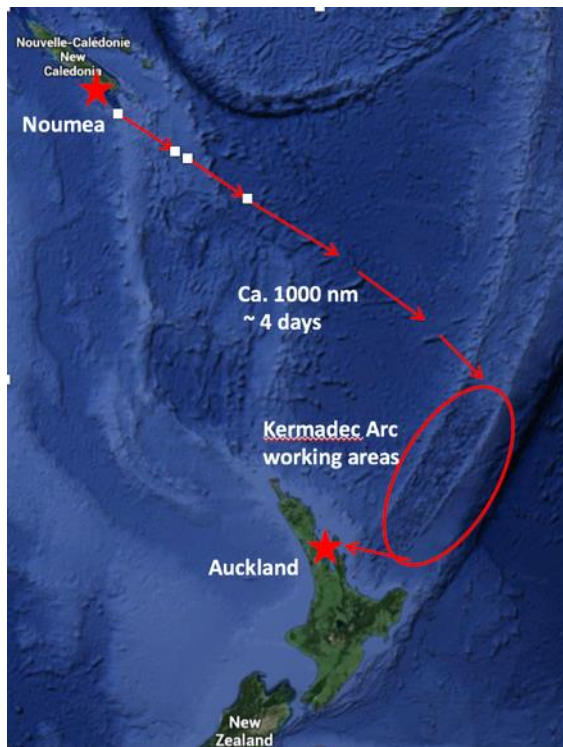


SO253 1. Wochenbericht 20.12. – 25.12.2016

Die Forschungsfahrt SO253 beschäftigt sich mit hydrothermalen Prozessen am Kermadec-Inselbogen. Die ausgewählten Arbeitsgebiete liegen im südlichen und mittleren Kermadec-Inselbogen, in dem sich rund 18 aktive, höchst unterschiedliche hydrothermale Systeme befinden. Es wurden insgesamt vier Haupt-Arbeitsgebiete in verschiedenen Wassertiefen zwischen ca. 1600 m und 200 m für detaillierten Stofffluss-Studien ausgewählt.



Die Reise begann am 20.12.2016 in Noumea, Neukaledonien, mit dem Aufbau des ROV Quest (MARUM, Univ. Bremen) auf dem Arbeitsdeck von FS Sonne und dem Einschiffen der Wissenschaftler am 21.12. morgens. Die letzten Container wurden an ihre Plätze verbracht und anschließend entladen und die Wissenschaftler begannen ihre Labore einzurichten. Nachdem am Abend des 21.12. schließlich per Luftfracht aus Sydney noch das letzte fehlende Gerät geliefert wurde, waren wir am 22.12. morgens um 9 Uhr bereit zum Auslaufen. Bei gutem Wetter und schöner Kulisse verließen wir bei ruhiger See den Hafen von Noumea und begaben uns auf den Weg Richtung Raoul Island, etwas nördlich gelegen von unseren Arbeitsgebieten, um bestehendes Kartenmaterial der Region zu ergänzen und zu verbessern. Die Transitzeit wurde weiter genutzt, um die Labore fertig einzurichten, Geräte und Methoden zu testen, und am 23.12. fand ein Treffen zur Vorstellung und Diskussion der Ziele, Arbeitsprogramme und Methoden der verschiedenen Arbeitsdisziplinen statt, um eine optimale Abstimmung und Kooperation zu gewährleisten. Die relativ starke Dünung führte jedoch bei einer Reihe von Wissenschaftlern dazu, dass sie aufgrund von Seekrankheit ihre Aktivitäten für eine Weile reduzieren mussten. Da wir am 24.12. noch auf Transit waren, konnten die Vorbereitungsarbeiten am Nachmittag für ein festliches Kaffeetrinken unterbrochen werden. Die Reederei Briese hatte für alle Fahrtteilnehmer Präsenttüten bereitgestellt und die von den Wissenschaftlern mitgebrachten kleinen Geschenke wurde mittels eines Weihnachts-Wichtel-Spiels unter Wissenschaft und Mannschaft verteilt. Der Abend wurde für eine kleine Weihnachtsfeier im Hangar genutzt.

Am 25.12. erinnerten nur noch das exzellente Weihnachtsmenue und die Begrüßungen „Frohe Weihnachten“ daran, dass ja tatsächlich noch Weihnachten ist, was man hier im sommerlichen Wetter und der betriebsamen Atmosphäre auf dem Schiff leicht vergisst. Morgens wurde als 1. Station eine CTD mit Kranzwasserschöpfern gefahren, um als Vorbereitung für die Kar-

Am 25.12. erinnerten nur noch das exzellente Weihnachtsmenue und die Begrüßungen „Frohe Weihnachten“ daran, dass ja tatsächlich noch Weihnachten ist, was man hier im sommerlichen Wetter und der betriebsamen Atmosphäre auf dem Schiff leicht vergisst. Morgens wurde als 1. Station eine CTD mit Kranzwasserschöpfern gefahren, um als Vorbereitung für die Kar-



tierung ein Schallprofil aufzunehmen, das Gerät zu testen und Wasser für Tests von analytischen Methoden und Vorbereitungen weiterer Arbeiten zu liefern. Mittlerweile sind alle Gruppen für die ersten Stationen und Probenahmen bereit. Die Kartierung des Inselbogens endete heute morgen über dem Arbeitsgebiet Macauley Cone, einem relativ flachen (200-400) hydrothermal sehr aktiven vulkanischen Kegel mit ei-

nem mit hydrothermalen Austrittslösungen gefülltem Krater und mit hydrothermalen Muscheln dicht bewachsenen Hängen. Nachdem der Großteil des Tages für Tests des ROVs genutzt wurde, damit er für den morgigen Einsatz bereit gemacht werden kann, begibt sich soeben eine als Tow-yo gefahrene CTD-Rosette zu Wasser, um die aus dem Krater quellende hydrothermale Wolke in ihrer Ausbreitung zu verfolgen. Über Nacht werden Kartierungen zur Suche weiterer hydrothermal aktiver Stellen, eine vertikale CTD-Station und eine Station mit Pumpen zur in-situ-Filtration von Partikeln gefahren, so dass wir in den nächsten Stunden reichlich Probenmaterial für die meisten Arbeitsgruppen erwarten.

Unser Wissenschaftler-Team, das aus Geochemikern, Geologen, Geophysikern, Biologen, Mikrobiologen, Technikern sowie einer Journalistin besteht und sich aus Instituten der Jacobs University Bremen, der Universität Bremen, des MPI Bremen, der Universität Oldenburg, der Universität Hamburg, der Universität Münster, dem Projektträger Jülich und unseren neuseeländischen Partnerinstituten GNS Science und University of Otago sowie SB Roscoff (Frankreich) und NOAA (USA) rekrutiert, fühlt sich an Bord sehr wohl. Wir grüßen herzlich und wünschen allen einen guten Rutsch hinüber nach 2017.

Im Namen aller Fahrtteilnehmer
Andrea Koschinsky (Fahrtleitung SO253)

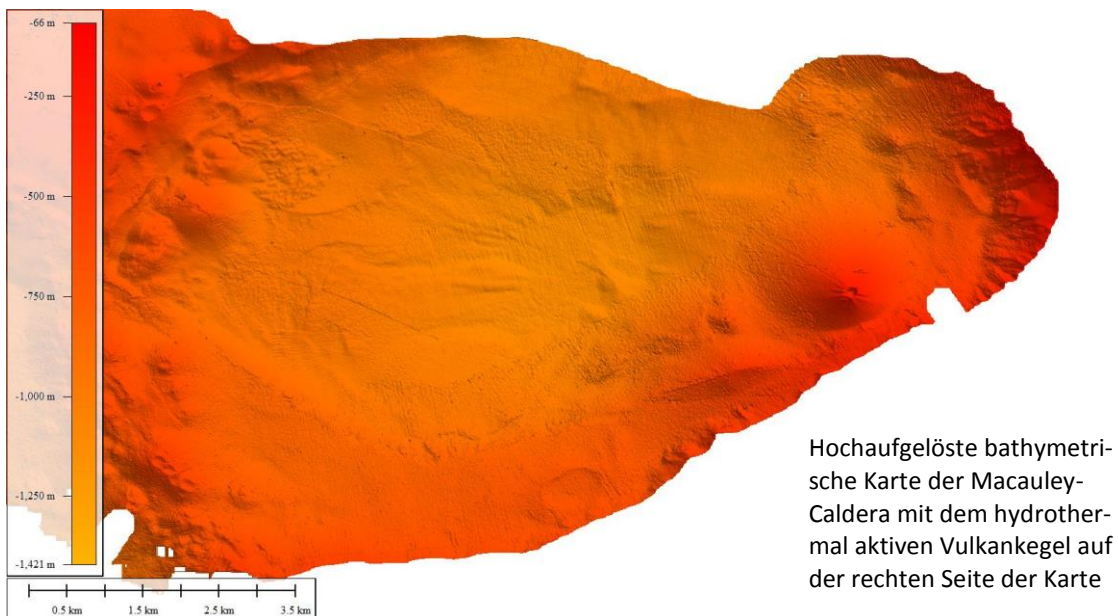


SO253 2. Wochenbericht 26.12.2016 – 02.01.2017

Wir haben unsere Arbeiten im ersten Arbeitsgebiet Macauley am 30. Dezember beendet und haben aufgrund der Vielzahl von Geräteeinsätzen und intensiven multidisziplinären Laborarbeiten an den gewonnenen Proben bereits ein detailliertes Bild dieses flachen hydrothermal aktiven Gebietes erhalten.



Mit dem Multibeam-Echolot wurden Kartierungen des Meeresbodens in der Region der Caldera des Vulkans Macauley und später über dem benachbarten Kegelvulkan Giggenbach durchgeführt. Beide Areale wurde mit der höheren Auflösung des Echolots auf FS Sonne neu kartiert und Lücken in regionalen bathymetrischen Karten wurden auf den Transitrouten zwischen diesen beiden Vulkanen aufgefüllt. Wir haben hierbei auch untersucht, ob sich die Meeresbodenstruktur seit der letzten Kartierung aufgrund von vulkanischer Aktivität oder dem Einsturz von Vulkanflanken verändert hat. Durch die Analyse der Schalldaten der Wassersäule können zudem Gasblasenzüge (Flares) sichtbar gemacht werden, die uns unmittelbar zu hydrothermalen Quellaustritten führen können. Gravimetrie-Daten wurden seit dem Eintritt in die Ausschließliche Wirtschaftszone von Neuseeland kontinuierlich aufgezeichnet. Bei jedem ROV-Einsatz wurde auch ein Magnetometer eingesetzt. An zwei Stellen im Arbeitsgebiet Macauley (Hauptkegel und SW-Kegel) wurden Wärmefluss-Decken abgelegt, mit insgesamt 10 Einsätzen. Die geophysikalischen Daten müssen jedoch noch ausgewertet werden.



Mithilfe von CTD-Einsätzen in der Macauley-Caldera wurde die vom Gipfel des Kegels (250-300 m Tiefe) ausgehende hydrothermale Wolke kartiert und beprobt, mit zwei geschleppten CTD Tow-yos von jeweils 5-6 km Länge, und mehreren vertikalen CTD-Einsätzen über dem Gipfel. Die weiterreichende Ausdehnung der vom Gipfel stammenden Wolke wurde ebenfalls mit zwei zusätzlichen vertikalen CTD-Einsätzen etwa 500 m östlich und westlich der Kuppe

beprobte, zusammen mit Wasserproben oberhalb und unterhalb der Tiefe der Wolke. Von einer früheren Kampagne gab es Hinweise darauf, dass ein kleinerer tiefer gelegener Kegel westlich des Hauptgipfels ebenfalls aktive Hydrothermalstellen beherbergt. Die CTD-Tow-yo über diesen Kegel hinweg detektierte und beprobte diese Wolke in einer Tiefe von 685 m und eine weitere vertikale CTD-Station wurde hier durchgeführt. Strömungsmessungen während aller CTD-Profile werden helfen, um die Verteilung der hydrothermalen Wolke zu interpretieren. Aus den CTD-Niskin-Flaschen, die jeweils alle während jeder CTD-Station geschlossen wurden, wurden Proben in der Nähe und weiter entfernt von der hydrothermalen Quelle im Maximum der Wolke und oberhalb und unterhalb der Signale in den beiden Wolke genommen.

Mit Hilfe der ROV-Tauchgänge wurde der intensive hydrothermale Fluidfluss in Vulkankessel des Hauptkegels bestätigt, und während auch reichlich Hinweise für niedrig-thermale Alterationsprozesse und reiche typisch hydrothermale Fauna auf dem Gipfel des SW-Gipfels gesehen wurden, konnten wir keine aktiven Fluidaustritte entdecken.



Macauley Cone besteht aus aphyrischen, blasenreichen vulkanischen Gesteinen (Laven) sowie pyroklastischen Einheiten. Im hydrothermal aktiven Krater finden sich zudem extrem stark gebleichte Gesteine, die aus Quarz und Alunit bestehen und durch Reaktion der Laven mit den aufsteigenden schwefelsauren Lösungen gebildet werden. Diesen Gesteinen haftet gelber Schwefel an (Bild), der ebenfalls in den Quellen gebildet wird, wenn magmatisches Schwefeldioxid zu Schwefelsäure und elementarem Schwefel zerfällt.

Die heißen Fluide am Macauley Cone treten aus einem Weißen Raucher in etwa 270 m Wassertiefe aus. Der Schornstein selbst ist aus blockigem, gelblich-weißem, elementarem Schwefel aufgebaut. Der Hydrothermalismus in Macauley ist durch schwefelsaure Lösungen gekennzeichnet. Die austretenden Fluide haben einen sehr niedrigen pH-Wert (<1.5), sehr hohe Gehalte an gelöstem Sulfid, Silizium und Eisen, und Chlorid-Konzentrationen deutlich über der von Meerwasser, was eine Salzlake anzeigt. Die Magnesium-Gehalte, die in Hydrothermalfluiden von mittelozeanischen Rücken normalerweise Null sind, sind hier doppelt so hoch wie im Meerwasser, was auf den sehr sauren Charakter der Fluide zurückgeführt werden kann. Die hydrothermalen Lösungen enthalten geringe aber noch gut quantifizierbare Mengen an Wasserstoff (H_2) und Methan (CH_4), wie Messungen von Proben aus eigens für Gasbeprobung eingesetzte isobare Probenschöpfer anzeigen. Aus dieser ersten Charakterisierung können wir bereits schließen, dass die hydrothermalen Fluide von Macauley im Vergleich zu anderen bekannten Hydrothermalfeldern einzigartig sind.



Fluid-Beprobung am weißen Schwefel-Raucher, Macauley; Quelle: MARUM, Univ. Bremen

Die Fluidproben der ROV- und CTD-Einsätze wurden auch auf Alkalinität, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Ammonium hin analysiert. Aliquote für Analysen in den Heimat-Laboren zur weiteren allgemeinen chemischen Charakterisierung, für Spurenmetalle, stabile Isotope einschließlich Eisen-Isotope, Mangan (III) und metallbindende organische Liganden wurden für den Transport konserviert. Weitere Unterproben aller Fluide wurden für die Analyse von Aminosäuren, gelösten organischen Kohlenstoff (DOC) und gelösten Gesamt-Stickstoff (TDN) genommen und gelöstes organisches Material (DOM) wurde aufkonzentriert, um eine geo-metabolomische Charakterisierung zu ermöglichen. Weitere Analysen und Auswertungen werden helfen zu erfassen, wie diese Art von Hydrothermalsystemen die Zusammensetzung des marinen DOM beeinflusst, welche Rolle das DOM für die Komplexierung und den Eintrag von Eisen in den Ozean spielt, und wie Veränderungen sich auf die Bioverfügbarkeit des DOM für heterotrophe Mikroorganismen auswirken.

Auch Radium-Isotope wurden in den Wasserproben gemessen. Im Vergleich zum natürlichen Hintergrund sind die Hydrothermalfluide hier um den Faktor 200 an kurzlebigen Radium-Isotopen angereichert (Ra-224 mit einer Halbwertszeit von 3,7 Tagen und Ra-223 mit 11 Tagen). Die vorläufige Abschätzung für das Alter der hydrothermalen Wolke ist im Durchschnitt 7 Tage in dem Bereich der Quelle, in dem das ROV gearbeitet hat, während an den äußeren Rändern der Wolke das Alter auf bis zu etwa 27 Tage ansteigt.



Viele Arbeitsgruppen beproben die Niskin-Flaschen der CTD-Einsätze für Analysen von hydrothermalen Tracern und anderen Komponenten an Bord und im Heimatlabor.

In den Wasserproben der CTD-Stationen und ROV-Tauchgänge wird das Edelgas Helium (He) benutzt, um die Verteilung des hydrothermalen Signals in der Wassersäule zu bestimmen. Helium aus dem Erdmantel hat eine andere isotopische Signatur als He aus der Atmosphäre. Edelgase werden nicht durch biologische oder chemische Prozesse beeinflusst, daher kann das hydrothermale Signal auf Basis seiner isotopischen Signatur über große Entfernungen (bis zu hunderte von Kilometern) verfolgt werden. Die Ergebnisse der Helium-Analysen werden zur Abschätzung des Volumens an hydrother-

malem Austrittswasser dienen, welches die oberen Schichten des Ozeans erreicht, und zur Bestimmung der horizontalen Ausbreitung der hydrothermalen Wolke.

Ein starker Fokus der Fluid-Geochemie liegt auf Spurenmetallen. Um spurenmetall-sauberes Arbeiten an Bord zu ermöglichen, wird ein Reinraum-Container an Deck betrieben. Er beherbergt u.a. die Durchfluss-Injektions-Analyse (FIA) für sehr geringe gelöste Eisen-Konzentrationen mit Bestimmungsgrenzen bis 0.1 nanomolar entlang des gesamten Gradienten von der hydrothermalen Quelle bis in das Hintergrund-Meerwasser des offenen Ozeans. Die spurenmetallreine Rosette stellt sicher, dass die Proben ohne Kontamination gewonnen werden können. Die spurenmetallreinen McLane in-situ-Pumpen ermöglichen das Sammeln von genug partikulärem Material, um Eisenisotopen-Analysen durchzuführen, und sie werden auch für

das Sammeln von Radium-Proben eingesetzt. Bisher wurden vier in-situ-Filtrationsstationen mit den Pumpen durchgeführt.



Auf der Suche nach chemosynthetischer Fauna, das sind wirbellose Tiere, die in Symbiose mit primär-produzierenden Bakterien leben, haben wir zwei Arten von Muscheln identifiziert. Bei unserem ersten Tauchgang zeigte sich, dass Macauley Cone juvenile und mittelgroße Exemplare von *Gigantidas gladius* (Photo) und *Vulcanidas insolatus* beherbergt, während von älteren Tieren nur leere Schalen übrig waren. Das könnte bedeuten, dass beide Arten nach einem Zusammenbruch der Population vor

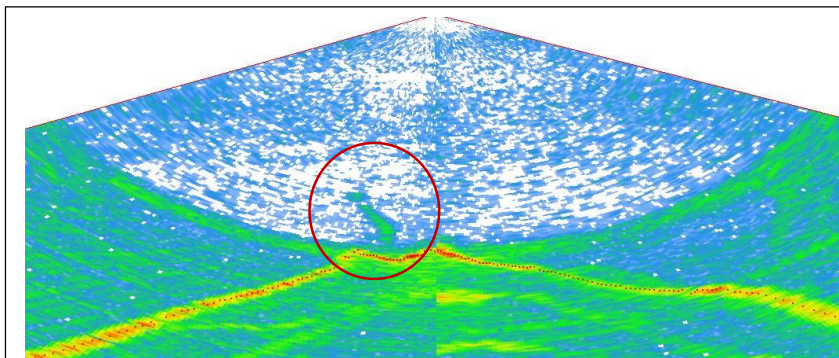
einigen Jahren zur Zeit neue Populationen an Macauley ausbilden. Unser zweiter Tauchgang an dem aktiven, aber kleineren Kegel in nur 1500 m Entfernung zeigte im Gegensatz dazu große Ansammlungen von großen und alten *Gigantidas gladius*, aber keine jungen Tiere, was die Frage aufwirft, ob diese Populationen schwinden. Es wurden Tiere von beiden Stellen beprobt, um die Wirtstiere und ihre bakteriellen Symbionten zu Hause mit molekularen Methoden zu untersuchen. Proben von freilebenden Mikroben wurde sowohl aus den hydrothermalen Fluiden und der Wolke als auch von Oberflächen hydrothermalen Präzipitate genommen, um kulturabhängige und kulturunabhängige Analysen durchzuführen.

Wir haben Macauley am Nachmittag des 30. Dezember verlassen, und nach einem kurzen Drohnen-Flug über der benachbarten Vulkaninsel Curtis Island zur Aufzeichnung der geothermalen Aktivität in ihrem Krater traten wir den 15-stündigen Transit in unser zweites Arbeitsgebiet, Haungaroo, an. Sowohl das Multibeam-Echolot als auch das Magnetometer wurden während des Transits zwischen den Vulkanen Macauley und Haungaroo betrieben, ebenso wie während einer anschließenden Erkundung des neuen Arbeitsgebietes bis in den Morgen des 1. Januar 2017. Dies gab uns die Möglichkeit, am Abend des 31.12. ein Barbecue an Deck zu genießen, gemeinsam "Dinner for One" anzuschauen und das Neue Jahr um Mitternacht mit einem Glas Sekt zu begrüßen. Zur Zeit läuft unser zweiter erfolgreicher Tauchgang in dem bisher kaum erforschten Gebiet um den Vulkan Haungaroo, und wir haben bereits viele faszinierende Lava-Strukturen, heiße Fluidaustritte und niedrigtemperierte diffuse Austrittsfelder reich an hydrothermaler Lebewelt entdeckt. Die ersten chemischen Analysen zeigen an, dass diese Lösungen in ihrer Zusammensetzung vollkommen anders sind als die, die wir bei Macauley beprobt haben.

Die bisher bereits sehr gute Bilanz an Geräteeinsätzen und ersten Ergebnissen ist nur möglich durch die ausgezeichnete Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Arbeitsgruppen und wissenschaftlichen Disziplinen und durch das Fachkönnen des ROV-Teams und des Kapitäns und seiner Schiffsmannschaft. Einen herzlichen Dank an alle!

Mit herzlichem Gruß von Bord FS Sonne
Andrea Koschinsky (Fahrtleitung SO253)

Den größten Teil dieser Woche haben wir am Vulkan Haungaroa verbracht, unserem zweiten Arbeitsgebiet, wo im Gegensatz zu Macauley in der Vergangenheit noch keine Tauchgänge durchgeführt worden waren. Hinweise für hydrothermale Austritte gab es von einer CTD-Station, die hier vor 14 Jahren durchgeführt worden war. Das Areal wurde zuerst hochauflösend mit dem Fächerecholot kartiert, und zwar sowohl der Meeresboden, als auch die untere

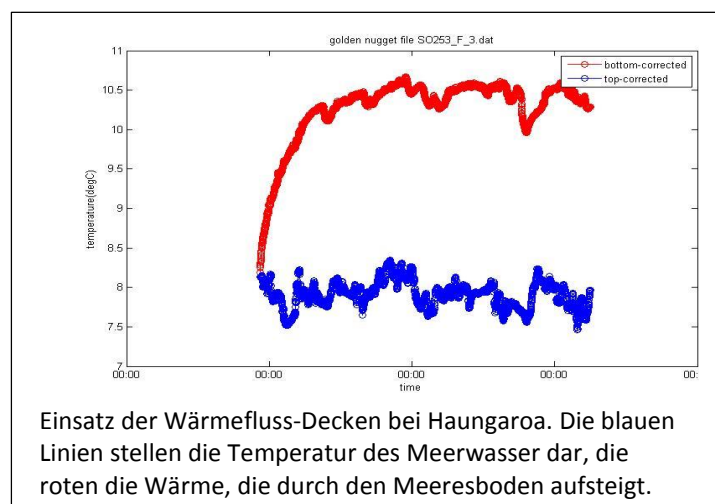


Haungaroa, Nordwest-Rand der Caldera: Gasfahnen am Gipfel des Vulkans, die in die Wassersäule aufsteigen; Daten des EM122 visualisiert mit Fledermaus Midwater

Wassersäule, wodurch eine deutliche Gasfahne aufgespürt werden konnte (s. Abb.). Wir begannen den ersten ROV-Tauchgang am Morgen des 1. Januar mit dem Ziel, ein Plateau auf dem Kraterrand in 670 m Wassertiefe zu untersuchen, wo das größte Plume-Signal

aufgezeichnet worden war. Mit etwas Glück erreichten wir bereits kurz nach der Landung auf dem Meeresboden ein Gebiet mit aktiven Fluidaustritten. Wir nutzten diesen und den nächsten Tauchgang, um dieses neu entdeckte Hydrothermalfeld mit seinen spektakulären Lava-Strukturen, seiner reichen Fauna und den diffusen und fokussierten Fluidaustritten zu erkunden. Wir sammelten Proben von Gesteinen, Schornsteinen, Fluiden und Muscheln an verschiedenen Stellen. Das vulkanische Gestein wird dominiert von Pillow-Laven und brekzierter blockiger Lava und Lagen grobkörniger Tephra. Kleine Sulfid-Baryt-Schornsteine, etwa 50-70 cm hoch, wurden ebenfalls in Haungaroa gefunden. Ältere inaktive Schornsteine in der Nähe waren dicht mit Rankenfußkrebse bedeckt.

Vier Wärmefluss-Decken wurden während der ROV-Tauchgänge am Haungaroa eingesetzt. Die Messdaten zeigten eine signifikante Wärmefluss-Anomalie an einer Stelle am Caldera-Rand. Diese ersten Ergebnisse zeigen, dass die Temperatur am Meeresboden ca. 3°C wärmer ist als das umgebende Meerwasser, woraus sich ein Wärmefluss-Wert von ungefähr 50 W/m² bestimmen lässt.



Einsatz der Wärmefluss-Decken bei Haungaroa. Die blauen Linien stellen die Temperatur des Meerwasser dar, die roten die Wärme, die durch den Meeresboden aufsteigt.



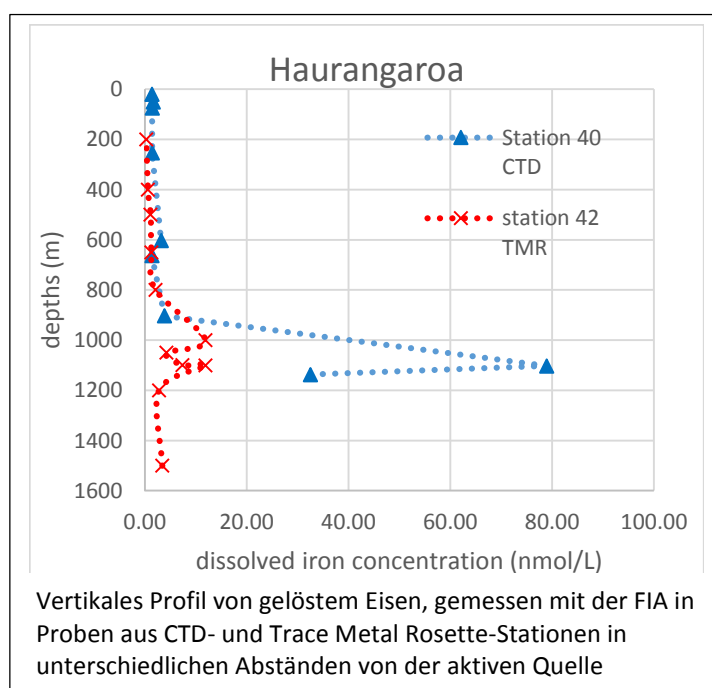
Beprobung des 267°C heißen siedenden Fluids mit dem gasdichten IGT-Probennehmer bei Haungaroa

Während die Fluidchemie bei Macauley durch schwefelsaure Lösungen mit einem pH-Wert um 1 und sehr hohen Fe-, Si- und Mg-Konzentrationen gekennzeichnet war, sind die Fluide von Haungaroa vollkommen anders zusammengesetzt und stellen ein durch kohlen-saure Fluide dominiertes System dar. Die Beprobung der hydrothermalen Region im Gipfelbereich des Haungaroa zwischen 680 und 690 m Wassertiefe ergaben Fluidaustritte mit Temperaturen zwischen 210 und 267°C. Das heißeste Fluid siedet sogar, was durch das Auftreten von Dampfblasen an den Schlotöffnungen zu erkennen war; diese

Blasen fielen durch Kondensation bei abnehmender Temperatur in der aufsteigenden Wolke sofort zusammen. Die dazugehörigen Schornsteine haben Auskleidungen von Chalcopyrit in ihren Fluidkanälen, was in solch relativ flachen Hydrothermalgebieten sehr selten ist. Anders als bei Macauley ist der pH-Wert der Fluide mit ca. 4 erheblich höher, die Proben waren dennoch sehr gasreich. Neben hohen Gehalten an CO₂ hatten die Fluidproben signifikante Gehalte an H₂ und CH₄ und waren reich an gelöstem Sulfid, obwohl die Konzentrationen geringer als bei Macauley sind. Auch die Metallgehalte sind deutlich geringer, jedoch ist der Si-Gehalt höher. Wir hoffen, dass wir über die Tiefenabhängigkeit der Quarz-Löslichkeit mit den Si-Gehalten die Temperatur des Endglied-Fluids genauer bestimmen können.

Wir haben auch Proben für die Quantifizierung von gelöstem Mangan(III) aufbereitet; Mn(III) ist eine metastabile Zwischen-Spezies zwischen gelöstem Mn(II) und dem Mn(IV) der Festphasen. Die Gegenwart von Mn(III) in hydrothermalen Wolken würde dort vorkommenden Bakterien die Reduktion und Oxidation von verschiedenen Stoffen erleichtern, wodurch das Vorkommen von Mn(III) einen Einfluss auf wichtige Elementzyklen

in der Tiefsee, z.B. von Kohlenstoff, Stickstoff und Eisen, haben könnte. Auch andere Unter-Proben für weitere Untersuchungen, die wir im vorangegangenen Bericht genannt haben, wurden bei Haungaroa genommen.



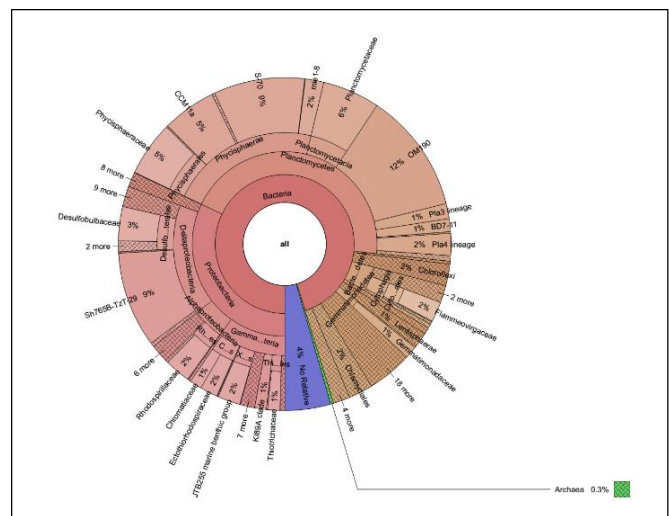
Am Haungaroa-Vulkan wurde auch eine Spurenmetall-Rosette nordöstlich der Caldera eingesetzt, außerhalb der Region, wo die in-situ-Sensoren der CTD die typischen hydrothermalen Signaturen wie Redox- oder Trübungs-Anomalien feststellen konnten. Wir konnten einerseits hier noch in der Höhe der Wolke gelöstes Eisen mit einer

Konzentration von 11 Nanomol pro Liter feststellen, konnten aber andererseits auch so geringe Konzentrationen wie 0.28 Nanomol pro Liter gelöstes Fe oberhalb der hydrothermalen Wolke detektieren; dies ist ein schöner Beleg, dass das kontaminationsfreie Beprobungen mit der speziellen Ausrüstung gut funktioniert. Auch alle CTD- und ROV-Proben, die für die kolorimetrische Bestimmung von Fe zu geringe Gehalte hatten, wurden an Bord mit dem FIA-System analysiert. Dies ermöglicht uns, noch während der Fahrt die Verteilung von Eisen von der hydrothermalen Austrittsstelle bis hin zu Hintergrundwerten zu verfolgen.

Radium-Isotope in der hydrothermalen Wolke von Haungaroa zeigten eine geringere Radioaktivität als bei Macauley, obwohl die Endglieder-Verhältnisse der beiden kurzlebigen Isotope sehr ähnlich sind. Das Alter der Plumes ist bei Haungaroa um einen Faktor von 5 höher als bei Macauley, was eine längere Verweilzeit der hydrothermalen Fluide in diesem Gebiet bedeutet. Dies ist vermutlich in einem geringeren Fluidfluss aus dem Vulkan begründet.

Proben aus der Wolke, den Fluiden und Gesteinen wurden auf ihre bakteriellen Gemeinschaften und die Funktion der freilebenden Mikroorganismen hin untersucht. An Bord wurden 16S rRNA-Sequenzierungen und Analysen durchgeführt und gaben einen ersten Einblick in die mikrobielle Diversität bei Haungaroa.

Krona-Diagramm, das die mikrobielle Diversität in einer Sedimentprobe vom Vulkan Haungaroa darstellt



Die chemosynthetische Fauna in Haungaroa wird von zwei Spezies dominiert, die an den meisten Vulkanen der Kermadec-Region häufig auftreten: der gestielte Rankenfußkreb *Vulcanolepas oshaei* und die Muschel *Gigantidas gladius*. Die Rankenfußkrebse sitzen auf Gesteinsoberflächen auf, und mit ihren weißen gefächerten Extremitäten in den aufsteigenden diffusen Fluiden ähneln sie wedelnden Palmenblättern. Die Muschel *Gigantidas* lebt versteckt in Gesteinsspalten oder häufiger zu zwei Dritteln ihrer gesamten Länge im von niedrigthermalen Flüssen beeinflussten Sediment eingegraben. Außer diesen beiden Spezies haben wir auch *Vulcanidas insolata* beprobt, eine Muschelart, die zuvor nur von den Vulkanen Macauley und Giggenbach bekannt war.

Unsere Journalistin Marie Heidenreich, die uns auf dieser Reise für Outreach-Aktivitäten begleitet, schreibt täglich Berichte über die Forschungsarbeiten an Bord und publiziert sie in dem Blog der Reise: geschichten.ptj.de/so253. Der Blog wurde durch das Geschichtenerzähl-Programm Pageflow erstellt, welches dem Nutzer die Möglichkeit bietet, neben Texten und Bildern auch Audio- und Video-Material zu verwenden. Diese Woche wurde auch die englische Version des Blogs veröffentlicht, die nach und nach fertiggestellt werden wird:

geschichten.ptj.de/so253-
en. Außerdem haben wir
Beiträge und Twitter-
Nachrichten für die
Webseiten des
Wissenschaftsjahres und
des BMBF geliefert.

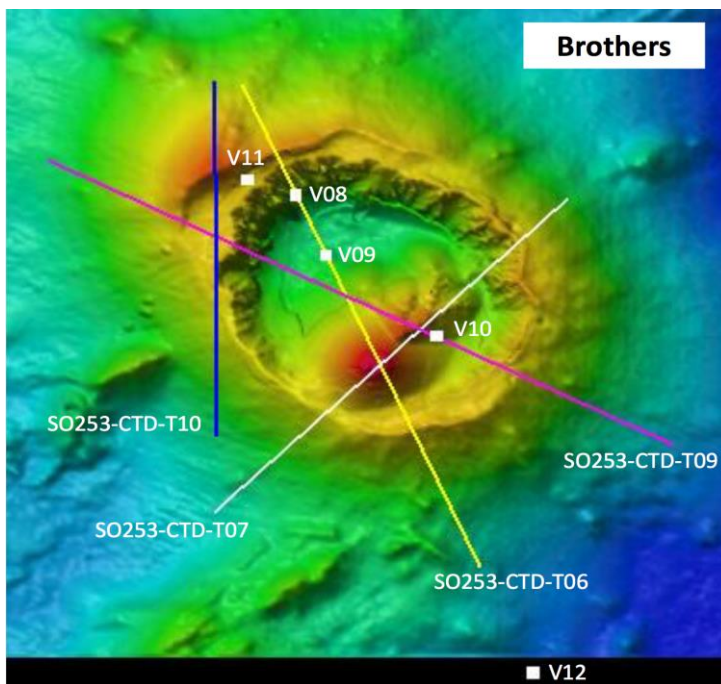


Während ein Sturm nordöstlich von Neuseeland eine große Wellenfront nordwärts in Richtung unserer Arbeitsgebiete schob, setzten wir einen weiteren ROV-Tauchgang ein, um den Hinweisen aus der Wassersäule für eine weitere hydrothermale Austrittsstelle zu folgen. Trotz zahlreicher Indikatoren für hydrothermale Aktivität konnten wir sie jedoch nicht lokalisieren. Da die Wetterbedingungen uns in den nächsten zwei Tagen keine ROV-Tauchgänge ermöglichten, nutzten wir den Transit in das dritte Arbeitsgebiet Brothers Vulkan um Lücken in existierenden bathymetrischen Karten aufzufüllen. Zeitgleich wurde das Magnetometer eingesetzt; dies wurde durch einen Haiangriff auf das Gerät unterbrochen, der deutliche Schäden am Gehäuse verursachte, aber weitere Einsätze des Gerätes nicht gefährdete.

Seit unserer Ankunft bei Brothers am 7. Januar haben wir bereits zwei ROV-Tauchgänge an den zwei Vulkankegeln durchgeführt, die jedoch unter schwierigen Bedingungen aufgrund von starken Unterwasser-Strömungen stattfanden. Dennoch gelang es uns, bereits einige diffuse und heiße Fluide zu beproben, ebenso wie Mangan- und Eisenkrusten. Zwei CTD-Tow-yos und zwei In-situ-Pumpenstationen halfen uns bei der Erkundung und Beprobung der verschiedenen Lagen von hydrothermalen Wolken von mindestens drei verschiedenen hydrothermalen Quellen. Da das Wetter über Nacht wieder zu rau zum Tauchen geworden war, änderten wir heute morgen kurzfristig unsere Pläne und fuhren zum benachbarten (ca. 30 km nordöstlich gelegenen) Vulkan Kibblewhite, für den es von früheren Fahrten Hinweise auf hydrothermale Aktivität gibt. Nach der Kartierung des Meeresbodens und der unteren Wassersäule zum Aufspüren von Gas-Fahnen werden wir versuchen, mit Hilfe einer CTD-Tow-yo-Station die hydrothermale Quelle zu lokalisieren. Anschließend kehren wir in das Gebiet von Brothers zurück und führen unser Nachtprogramm mit Einsätzen von CTD und Spurenmetall-Rosette durch. Wir gehen davon aus, dass das Wetter uns morgen früh erlauben wird, unser ROV-Tauchprogramm wieder aufzunehmen.

Mit herzlichen Grüßen von Bord FS Sonne im Namen des ganzen Wissenschafts-Teams SO253
Andrea Koschinsky (Fahrtleitung SO253)

Diese Woche wurde ganz unserem dritten Arbeitsgebiet, dem Vulkan Brothers, gewidmet. Obwohl das etwas raue Wetter und die starke Strömung eine Herausforderung für die Geräteeinsätze darstellten, konnten wir dennoch 7 ROV-Tauchgänge, 4 CTD Tow-yos und 5 vertikale CTD-Stationen (s. Karte unten), 4 in-situ-Pumpen, 3 Spurenmetall-Rosetten-Einsätze und mehrere Echolot- und Gravimeter-Vermessungen durchführen.



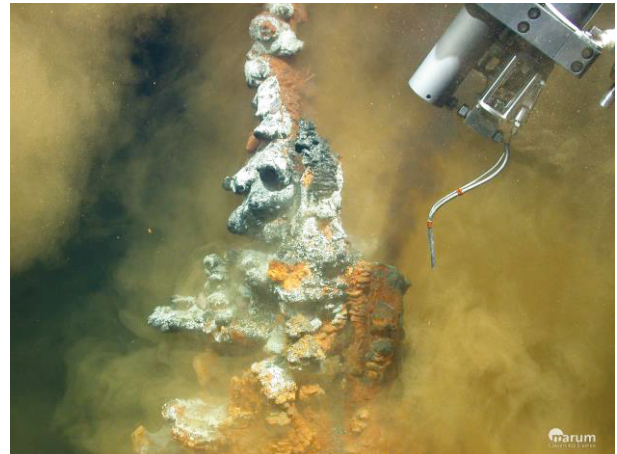
“Brothers” ist der vielleicht hydrothermal aktivste Vulkan des Kermadec-Bogens. Er misst an der Basis 13 x 8 km und seine Längsachse streicht nordwest-südost. Der Vulkan beherbergt eine 3 x 5 km große Caldera, deren Boden 1850 m unter dem Meeresspiegel liegt und die von 290 bis 530 m hohen Wänden eingegrenzt wird. Wärmestrom-Messungen belegen die höchsten Werte, die je in einem submarinen Hydrothermalsystem festgestellt wurden. Ein sehr gleichförmiger vulkanischer Ke-

gel (Upper Cone) ragt im Süden der Caldera 350 m hoch auf. Ein kleineres vulkanisches Zentrum (Lower Cone) ist unmittelbar nordöstlich des Upper Cone entwickelt. Dieser Lower Cone besteht aus steilen vulkanischen Rücken und dicken Lavaströmen. An seiner sehr steilen Südostflanke treten Fluide aus, die sehr CO₂-reich sind, aber wenig H₂ und CH₄ gelöst haben. Sie haben einen pH-Wert um 4 und geringe Konzentrationen von Fe, während der Salzgehalt ähnlich dem von Meerwasser ist. Der zentrale Krater des Upper Cone ist hydrothermal nicht aktiv; allerdings fanden sich in einer kleinen Senke unmittelbar südlich des Kraters eine Vielzahl von “Weißen Rauchern”. Diese waren aus vorigen Tauchgängen (in 2005 und 2009) nicht bekannt. Die Beprobung der Fluide ergab niedrige pH-Werte und Gas-Konzentrationen ähnlich denen am Lower Cone.

Die nordwestliche Wand der Caldera beherbergt reiche hydrothermale Stellen mit Cu-Fe-Zn-Ba-reichen Schornsteinen, aus denen Fluide mit sehr variable Gasgehalten ausströmen. Auch spektakuläre sogenannte Beehive (Bienenkorb)-Strukturen und offensichtliche Hochtemperatur-Alterationen bestimmen das Bild dieser Stelle in der Nordwest-Caldera. Viele dieser Schornsteine emittieren aktiv schwarzen Rauch in die Wassersäule. Eine zuvor unbekannte Stelle mit hydrothermalen Austritten aus 20 m hohen Schornsteinen wurde nordwestlich des

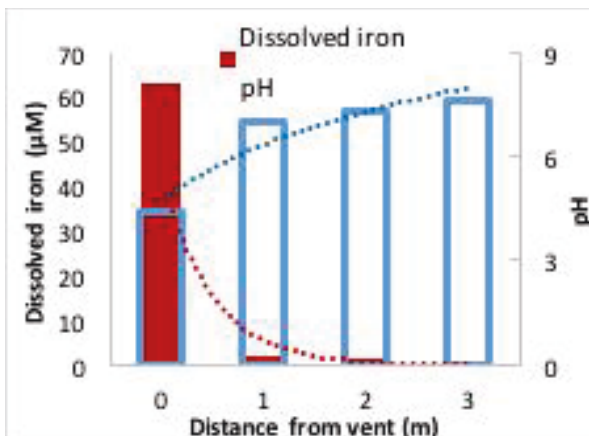
Hauptfeldes an der südöstlichen Flanke der Caldera-Wand entdeckt. Viele großen Schornsteine waren wie gefällte Bäume den Hang hinuntergefallen. Die 311°C heißen Lösungen stellen einen neuen Temperaturrekord für am Kermadec-Bogen gemessene Fluidtemperaturen dar. Der Gipfel der Caldera-Wand ist hydrothermal nicht aktiv, jedoch waren einige Fe-Oxid-Hügel zu erkennen.

Die chemische Zusammensetzung der Fluide von der Nordwest-Caldera unterscheidet sich von der unserer zuvor beprobten Fluide in Macauley und Haungaroa. Die gelöste Sulfidkonzentration liegt bei bis zu 2.3 mM, was im Bereich früher dokumentierter Werte für Fluide am



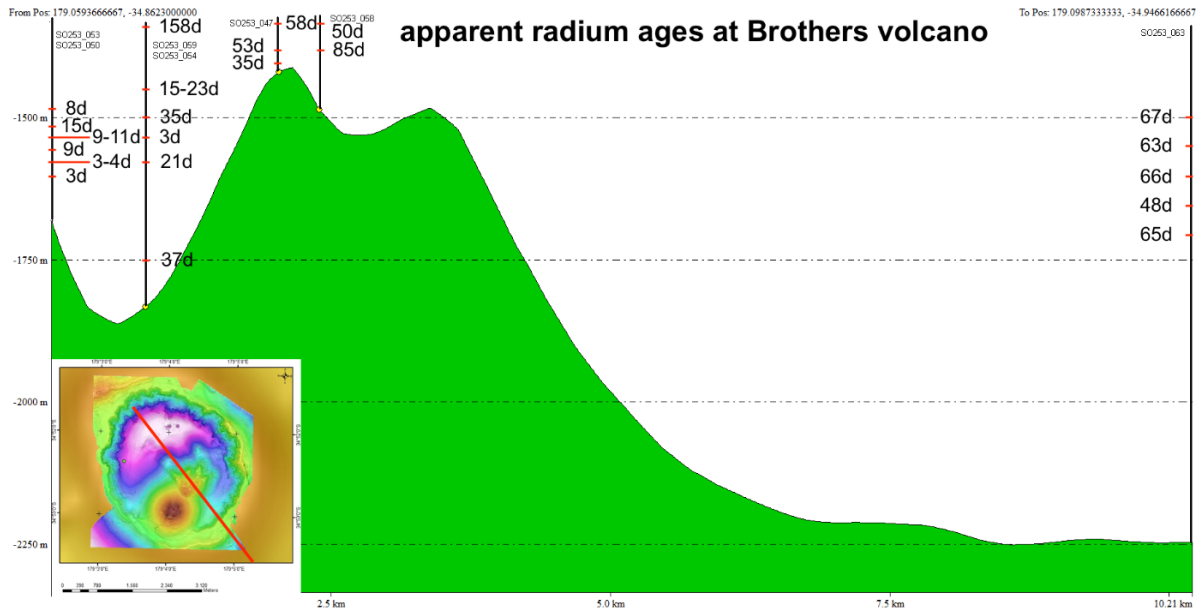
Brothers-Vulkan liegt. Die Konzentrationen von H_2 und CH_4 sind eher gering und Mg ist wie in solchen Fluiden üblich abgereichert. Die heißen Lösungen mit einer Chlorinität oberhalb von Meerwasser (Salzlaken) hatten mehr als 10 mM Fe (das meiste davon Fe^{2+} , aber auch signifikante Anteile von Fe^{3+}); diese Werte gehören zu den höchsten Fe-Gehalten überhaupt, die von Hydrothermalquellen bekannt sind. Sogar in den Fluidproben mit verringerter Chlorinität (kondensierte Dampfphasen) wurden um 4 mM Fe gemessen. Daher ist dieses Gebiet für unsere Untersuchungen zu hydrothermalen Eisen-Flüssen in den Ozean und den möglichen Beitrag zum biogeochemischen Zyklus im Ozean auch von solch großer Bedeutung.

Vier in-situ Partikel-Pumpen-Stationen und drei Spurenmetall-Rosetten-Stationen wurden im Bereich von Brothers durchgeführt. Die dabei gewonnenen Proben werden verwendet, um die Größe und das Alter der hydrothermalen Plume zu bestimmen, insbesondere der distalen Plume, die durch die in-situ-Sensoren der CTD nicht mehr vom Hintergrund unterschieden werden kann. Es gelang uns, die hydrothermale Eisen-Fahne in 1250m Tiefe über mehr als 10

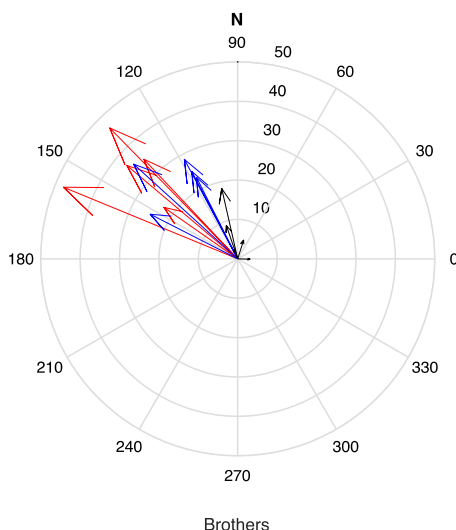


km nordöstlich des Vulkankegels zu verfolgen, wo die Quelle der Wolke vermutet wird. Unsere Eisen-FIA-Analyse wurde für Proben von CTD, Spurenmetall-Rosette und ROV eingesetzt, in denen die Fe-Konzentrationen für die kolorimetrische Bestimmung zu gering waren. Die Abbildung oben zeigt einen Gradienten von Eisenkonzentrationen und pH mit dem Abstand von einer niedrigthermalen Quelle (s. Foto oben rechts) am Lower Cone.

Die Alter der Plumes bei Brothers wurden auf Basis der Messungen der zwei kurzlebigen Radium-Isotope ^{224}Ra und ^{223}Ra entlang der nordwestlich-südöstlich gerichteten Hauptströmungsrichtungen bestimmt. Dazu wurden großvolumige Proben (20-400 L) aus den in-situ-Pumpen und CTD-Kranzwasserschöpfnern verwendet. Wir verwenden hier den Begriff „scheinbare



Alter“ (apparent ages; s. Abbildung), da diese vorläufigen Ergebnisse noch nicht bezüglich des radioaktiven Zerfalls in der Zeit zwischen Beprobung und Messung korrigiert wurden und dementsprechend die endgültigen Altersangaben etwas niedriger ausfallen können. Die Altersstrukturen der Wolken bei Brothers sind sehr viel komplexer als die bei Macauley und Haungaroa. Der Grund liegt in der Tatsache, dass sich hier die Signale mehrerer aktiver Quellen in den Plumes vermischen, und in der Rolle der Strömungen. Dennoch zeigt sich durch den generellen Trend mit dem niedrigsten Alter im Maximum der Plume und höheren Altern weiter entfernt, sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Perspektive, dass diese Bordmessungen der kurzlebigen Radium-Isotope eine nützliche Strategie zur Planung von Einsätzen während der Reise sind.



Strömungsmessungen bei 5 vertikalen Einsätzen der CTD am Brothers-Vulkan zeigten starke Strömungen in oberem Bereich der Wassersäule zwischen der Tiefenlage der Vulkankegel bei 1200 m und der Oberfläche. Die Strömungsgeschwindigkeiten lagen im Durchschnitt zwischen 20 und 40 cm/s in südöstlicher Richtung, mit zunehmender Tendenz bis 50 cm/s zur Oberfläche hin. In der Vulkan-Caldera wurden die Strömungen durch den Kraterrand behindert und die

Geschwindigkeiten waren geringer. Als Resultat davon sammelt sich Material der hydrothermalen Wolke unterhalb des Kraterrandes, was durch die Zunahme an Trübe des Wassers in diesem Tiefenbereich sichtbar wurde.

Hydrothermale Fauna ist bei Brothers sehr viel spärlicher vorhanden als bei den anderen beiden Vulkanen. Dennoch haben wir eine große Anzahl von Rankenfußkrebse am Lower Cone gefunden, die dort in den Bereichen der diffusen Fluidaustritte leben. Wir haben auch den ersten Beleg für symbiotische Muscheln am Brothers-Vulkan geliefert: *Vulcanidas*-Muscheln wurden in 1580 m Wassertiefe am nördlichen Hang der Nordwest-Caldera beprobt.



Nach Haungarua stellt der Fund bei Brothers einen weiteren Tiefenrekord für diese Muscheln dar, die bisher nur von Stellen flacher als 500 m bei Macauley und Giggenbach bekannt waren. *Vulcanidas*-Muscheln stehen phylogenetisch basal zur Gruppe der chemosynthetischen bathymodiولين Muscheln, die an Hydrothermalquellen, kalten Quellen und versunkenem Holz in der Tiefsee leben. Genetische Analysen in den Heimatlaboren werden zeigen, ob die Muscheln von Brothers ebenfalls der Art *V. insolatus* angehören, die nach ihrem Vorkommen in flachem Wasser benannt wurde (*insolatus* = im Sonnenschein). Sollte dies bestätigt werden, so könnte eine bisherige Hypothese in Frage gestellt werden, nach der diese Art hauptsächlich in Flachwasserhabitaten vorkommt.

Kurz zusammengefasst haben wir mit unseren Arbeiten frühere Entdeckungen in einigen Bereichen des Vulkans Brothers bestätigt und können nun zeitliche Variationen untersuchen. Wir haben jedoch auch viele zusätzliche Informationen an anderen Stellen, vor allem in der oberen Caldera, gewinnen können, die vorher unbekannt waren.

Am 15. Januar erreichten wir unser viertes und letztes Arbeitsgebiet Rumble III, eine große flache vulkanische Struktur mit sehr rezenter vulkanischer Aktivität. Bisher wurden hier keine Tauchgänge durchgeführt. Zur Zeit erkunden wir dieses neue Gebiet mit Meeresboden- und Wassersäulen-Kartierungen, CTD-Stationen und unserem ROV Quest. Neben den wissenschaftlichen Arbeiten laufen auch schon seit geraumer Zeit die Vorbereitungen für unsere Ankunft in Auckland am 21. Januar.

Im Namen aller Fahrtteilnehmer der Reise SO253 mit herzlichen Grüßen von Bord FS Sonne
Andrea Koschinsky (Fahrtleitung SO253)

Während der letzten Tage der Reise SO253 haben wir unser viertes Arbeitsgebiet Rumble III untersucht, eine große Vulkanstruktur, die in den vergangenen Jahrzehnten sehr aktiv gewesen ist. Frühere Expeditionen hatten einen vulkanischen Kegel gezeigt, der auf dem Gipfel dieses sehr großen Vulkans gewachsen war. Unsere neue Kartierung zeigte, dass große Teile des Kegels seit der letzten Kartierung in 2010 kollabiert waren, und nur eine 90 m hohe Lava-Säule mit einigen diffusen Fluidaustritten ragt vom Meeresboden auf in die Wassersäule wie ein



Leuchtturm. Zwei Tauchgänge mit dem ROV wurden an Rumble III durchgeführt. Sie belegten, dass ein Gebiet, in dem in einem früheren Bericht das Dredgen von Muscheln berichtet worden war, durch die Hangrutschungen verschwunden ist,

stattdessen sind die Oberflächen jetzt weitgehend jung und von Tieren unbewohnt. Nur im Bereich der diffusen Fluidaustritte an der Lava-Säule fanden sich Bakterienmatten und einige andere Organismen. Dennoch haben wir die Vent-Muschel *Gigantidas gladius* beprobt, die wir vorher auch in den Gebieten Macauley Caldera und Haungarua, aber nicht bei Brothers. Die Individuen bei Rumble III waren alle sehr klein (ca. 1 cm, siehe Foto), was wir so interpretieren, dass die jungen Tiere Teil einer neuen Population sind, nachdem die vorherige Population ausgelöscht worden war.

Die diffusen Fluide von etwa 25°C hatten einen pH-Wert um 5 und geringe bis mittlere Eisen- und Sulfid-Konzentrationen bei Meerwasser-Chlorinität. Die Wasserstoffgehalte waren niedrig, aber Methan gegenüber den anderen untersuchten Gebieten angereichert

Eine CTD-tow-Station wurde durchgeführt, die einige hydrothermale Plume-Signale aufspüren konnte. Auch eine vertikale CTD- und eine in-situ-Pumpen-Station wurden durchgeführt. Jedoch machte die steil ins Wasser aufragende



Lava-Säule weitere Wassersäulen-Kartierungen zu riskant. Nachdem es uns während des zweiten ROV-Tauchgangs nicht gelungen ist, die Quelle einer deutlichen Rauchwolke zu finden, beschlossen wir, dieses Gebiet wieder zu verlassen und zum Vulkan Brothers zurückzukehren, denn hier gab es noch einiges mehr zu entdecken. Während des Transits machten wir einen Stopp für eine Hintergrund-CTD-, eine Spurenmetallrosette- und eine in-situ-Pumpen-Station auf halbem Weg zwischen den beiden Vulkanen. Hier stellte sich bei den späteren Analysen heraus, dass die Eisenkonzentrationen in einigen Tiefen immer noch deutlich über denen von durchschnittlichem Meerwasser liegen. Dies kann als Beleg gesehen

werden, dass die gesamte Region des Kermadec-Bogens durch hydrothermale Eintrag in die Wassersäule beeinflusst ist, auch in einiger Entfernung von aktiven Vulkanen.

Am Brothers-Vulkan führten wir zwei weitere ROV-Tauchgänge durch, um die Nordwest-Caldera weiter zu erforschen und wir beprobten weitere neue heiße und diffuse warme Quellen und hydrothermale Muscheln. Ein Tauchgang war auch der detaillierten Beprobung eines großen Vorkommens von Stockwerk-Vererzung gewidmet, was für vulkanische Bögen



sehr selten ist. Die Fotos zeigen auf der linken Seite das am Meeresboden anstehende Stockwerk-Erz, das sich in den Fluidaufstiegskanälen im Untergrundgestein gebildet hat. Das rechte Foto zeigt eine Probe, die mit dem Manipulator-Arm des ROV aus diesem Stockwerk-Erzkörper herausgezogen worden war.

Wir waren auch die ersten, die jemals zum Boden der Caldera hinabgetaucht sind. In ca. 1850 m Wassertiefe lag dickes Sediment mit starken Rippelmarken, welche die Strömung im Bodenwasser anzeigen. Ansonsten waren nur wenige große Fische und einige kleine Garnelen zu sehen. Näher zur Wand der Caldera hin lagen große Gesteinsbrocken im Sediment verstreut herum, die von der Wand herabgestürzt waren. Wir beprobten das Bodenwasser und das Sediment und setzen unsere Exploration der Caldera-Wand fort. Einige weitere CTD-, Spurenmetallrosette- und Pumpenstationen außerhalb der Caldera wurden eingesetzt, um die weitere Ausbreitung der vielfachen hydrothermalen Wolken im Norden und im Süden des Vulkans zu dokumentieren.

Nach dem letzten ROV-Tauchgang wurden noch einige bathymetrische Kartierungen und Magnetometer-Profile durchgeführt, um Lücken in existierenden Karten zu füllen. Am 20. Januar, als die meisten Kisten gepackt waren, die Labore gereinigt und die Container beladen, hielten wir das zweite wissenschaftliche Ergebnis-Symposium der Reise ab, um die neuesten Erkenntnisse der Arbeiten an den Vulkanen Brothers und Rumble III zu präsentieren und diskutieren. Auch zwei Poster mit einer Übersicht der Fahrt SO253 und den ersten Ergebnissen haben wir ausgearbeitet, die während des Open Ship Day in Auckland am 25. Januar ausgestellt werden.

Die Fahrt SO253 endet am 21. Januar 2017 in Auckland, nach fast 90 erfolgreichen Stationen einschließlich 19 ROV-Tauchgängen zu jeweils 12 Stunden. Einer großen Menge an Bordarbeit werden nun einige Jahre an Auswertung unseres vielfältigen Daten- und Probenmaterials folgen.

Das wissenschaftliche Team möchte seinen ganz herzlichen Dank an den Kapitän und die Besatzung von FS Sonne für ihre hervorragende Arbeit und die angenehme Arbeitsatmosphäre

zum Ausdruck bringen und der Leitstelle und der Reederei Briesse für ihre stetige Unterstützung danken. Wir haben uns zu jeder Zeit dieser Reise gut aufgehoben gefühlt. Möglich gemacht wurde die Fahrt SO253 durch die Finanzierung des BMBF (Projekt 03G0253) und die Genehmigung der neuseeländischen Behörden, im Kermadec-Bogen wissenschaftliche Arbeiten durchführen zu dürfen.

Zum letzten Mal übersenden wir von Bord FS Sonne herzlichen Grüße und wünschen allen weiteren Reisen ebenso viel Glück, Erfolg und Spaß, wie wir auf unserer Reise hatten.

Andrea Koschinsky und alle Teilnehmer der Fahrt SO253