



IODP 376 – Erste Bohrung in einem aktiven Unterwasservulkan

Cornel de Ronde war von Mai bis Juni 2018 einer der leitenden Wissenschaftler der Expedition 376 des International Ocean Discovery Program (IODP) zum Brothers Seamount im Kermadec-Inselbogen. Diese selbst für erfahrene Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler spannende Expedition mit dem amerikanischen Bohrschiff JOIDES RESOLUTION hatte das Ziel, Bohrkern aus dem tiefen Teil der hydrothermalen Zelle zu gewinnen, die Informationen über die geologischen Prozesse tief im Inneren des Vulkans liefern.

Der Brothers Seamount verfügt über eine ausgeprägte Caldera mit einem Durchmesser von bis zu 5 Kilometern. Die Bohrungen rich-

- Cornel de Ronde begutachtet an Bord der JOIDES RESOLUTION das gerissene Bohrgestänge. Foto: William Crawford / IODP

teten sich hier auf zwei sehr unterschiedliche Hydrothermalsysteme: Das erste befindet sich größtenteils auf den Calderawänden des Vulkans, wo 320 Grad heiße Fluide Schwarze Raucher mit bis zu 20 Meter hohen Kaminen gebildet haben. Das zweite, auf den zentralen, aktiven Vulkankegel beschränkte Gebiet, hat sich innerhalb der Caldera gebildet. Aus diesem treten sehr saure (pH-Wert <2), gashaltige Lösungen bei niedrigeren Temperaturen von 120 Grad mit weißem statt schwarzem Rauch aus. Der letztere Typ wird viel häufiger mit Unterwasservulkanen in Verbindung gebracht als der erstere.

Man hoffte, dass Bohrungen dieses Rätsels des gleichzeitigen Auftretens zweier sehr unterschiedlicher Arten von Hydrothermalsystemen lösen kann, und geklärt werden kann, wie sie miteinander verbunden sein könnten. Beim Bohren am aktiven Vulkankegel innerhalb der Caldera bei Brothers wurden im Untergrund sehr saure Fluide mit einer Temperatur von bis zu 260 Grad, die reich an Schwefelwasserstoffgas sind, gefunden. Letztendlich führten diese extremen Bedingungen dazu, dass das Bohrgestänge aufgrund von Korrosion abscherte. Es wurde jedoch Kernmaterial gewonnen, dessen Mineralogie mit diesen extremen Bildungsbedingungen übereinstimmt. Währenddessen erbrachte eine Bohrung an den Steilwänden im Teil der nordwestlichen Caldera Kerne, deren



- Detailaufnahme eines weißen Bohrkerns vom aktiven Vulkankegel (oben) und des grünlichen Kernmaterials vom Rand der Caldera (unten). Foto: IODP Exp. 376

Mineralogie für eine Vermischung von hydrothermalen Lösungen und Meerwasser typisch ist. Im tieferen Bereich dieser Bohrung wurde aber eine ähnliche Mineralogie wie am aktiven Kegel entdeckt. Dies zeigt, dass die am Vulkankegel vorgefundenen magmatischen Bedingungen ebenfalls am Standort im Nordwesten der Caldera auftreten, dort letztendlich aber durch den Einfluss von Meerwasser überprägt worden sind. Somit konnte eine wichtige Verbindung zwischen den beiden Hydrothermalsystemen nachgewiesen werden.



Der sogenannte „Moonpool“, die untere Öffnung im Rumpf des Bohrschiffs JOIDES RESOLUTION dient zum Einsatz von Bohrgeräten. Foto: Philipp Brandl / GEOMAR

ZU DEN HEISSEN QUELLEN DER TIEFSEE

21. PETERSEN EXZELLENZ-PROFESSUR 09/2019

Werner Petersen Stiftung

Dr. Cornel de Ronde studierte zunächst Geologie an der Universität Auckland, Neuseeland. Nachdem er seinen Master mit Auszeichnung abgeschlossen hatte, promovierte er an der Universität Toronto. Seine Postdoczeit verbrachte de Ronde in Kapstadt und beim Geologischen Dienst in Japan, ehe er wieder nach Neuseeland zurückkehrte. Seit 1997 ist er am GNS Science in Neuseeland beschäftigt, wo er die Gruppe für Mineralische Rohstoffe leitet. Während seiner wissenschaftlichen Karriere hat er weltweit mehr als 150 Unterwasservulkane erkundet. Ein besonderer Schwerpunkt lag auf dem Kermadec-Bogen im Westpazifik, den er unter

anderem mit dem japanischen Tauchboot Shinkai 6500 und mit dem amerikanischen Bohrschiff JOIDES Resolution untersuchte.

Cornel de Ronde ist Autor von mehr als 120 wissenschaftlichen Aufsätzen und wurde für seine Forschungsarbeiten mehrfach ausgezeichnet, darunter dem Joubin James Award der Universität Toronto und dem Distinguished Lecturer Award der Society of Economic Geologists sowie dem Prime Minister's Science Media Communication Prize von Neuseeland. Daneben engagiert sich de Ronde seit vielen Jahren aktiv in internationalen Gremien, wie zum Beispiel als Präsident der International Marine Minerals Society.

VITA

DR. CORNEL DE RONDE

Position:

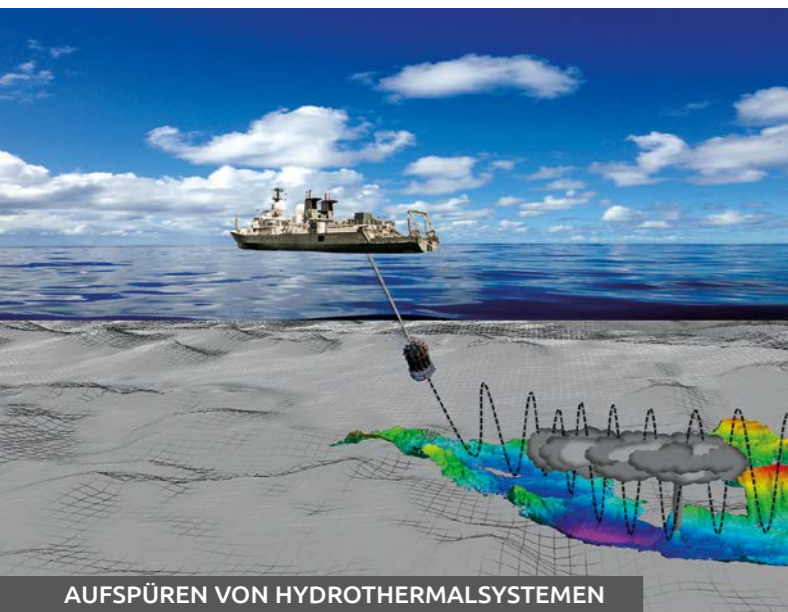
Geologe beim Institute of Geological and Nuclear Sciences (GNS Science) Lower Hutt, Neuseeland

Forschungsinteresse:

Marine Mineralische Rohstoffe, Hydrothermalismus

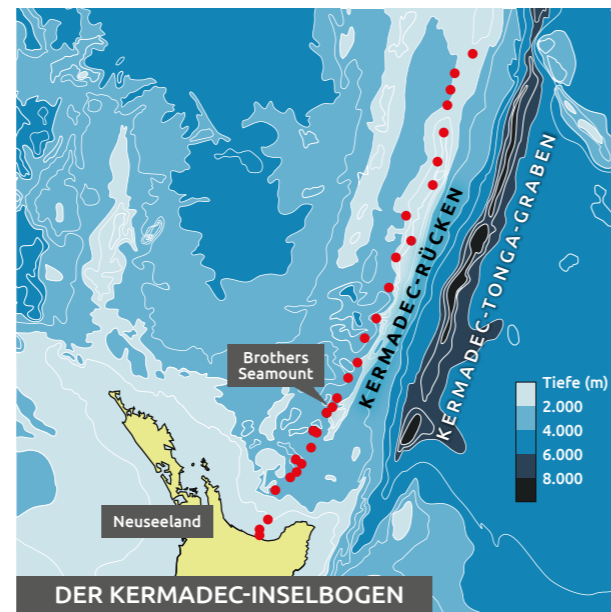
Foto: GNS Science





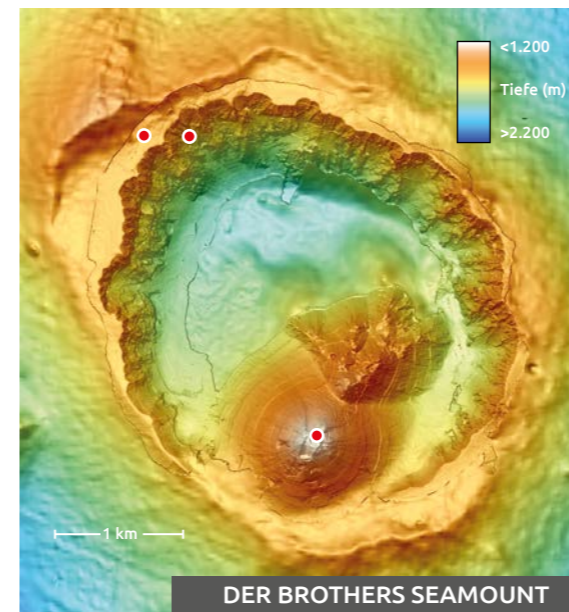
AUFSPÜREN VON HYDROTHERMALSYSTEMEN

Die ersten Expeditionen von Cornel de Ronde konzentrierten sich auf der Sammlung von Daten mit Hilfe eines Messsystems, das vom Schiff geschleppt wird und sehr effizient den „schwarzen Rauch“, der von den Hydrothermalsystemen am Meeresbodens ausgestoßen wird, detektieren kann. Grafik: C. Peters (ORI)



DER KERMADEC-INSELBOGEN

In diesem Meeresgebiet nördlich von Neuseeland schiebt sich die pazifische Erdplatte unter die australische und bildet dabei eine ganze Reihe von Hydrothermalsystemen (rote Punkte). Grafik: CEJ de Ronde (GNS Science)

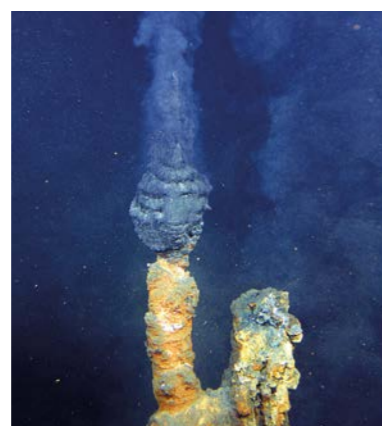


DER BROTHERS SEAMOUNT

Bathymetrische Karte mit Einbruchkrater (Caldera), den beiden Vulkankegeln und den Positionen der Bohrungen (rote Punkte). Visualisierung: S. Merle (NOAA)/CEJ de Ronde (GNS Science)

Seit den 1970er Jahren kennt die Forschung heiße Quellen in der Tiefsee, sogenannte Hydrothermalsysteme. Doch ihr Aufbau unterhalb des Meeresbodens ist noch immer weitgehend unbekannt. Dr. Cornel de Ronde vom GNS Science, Neuseeland, forscht seit mehr als 20 Jahren an hydrothermalen Tiefseequellen in intraozeanischen Inselbögen. Gemeinsam mit seinem Team sowie mit Kollegen aus den USA, Deutschland, Japan, Australien und Italien hat er etwa Dreiviertel aller intraozeanischen Inselbögen weltweit auf ihre hydrothermale Aktivität untersucht und beprobt. Schwerpunkte ihrer Arbeiten lagen dabei auf den Inselbögen Kermadec (Neuseeland), Tofua (Tonga) und Marianen, der Tabar-Lihir-Tanga-Feni-Inselkette vor der Küste Papua-Neuguineas und den äolischen Inseln im Mittelmeer. Dabei wurden rund 150 hydrothermale Systeme beschrieben.

Wenn um die 300 Grad heiße, metallreiche Lösungen, sogenannte Fluide, durch die Ozeankruste aufsteigen und sich schließlich mit dem um die 3 Grad kaltem Wasser nahe des Meeresbodens mischen, kommt es zu kräftigen chemischen Reaktionen, bei denen eisenhaltige Partikel aus der hydrothermalen Lösung ausfallen und den schwarzen Rauch bilden. Daher der Name „Schwarze Raucher“ für die kaminartigen Schloten, die diesen Rauch ausstoßen.



● Schlot eines Schwarzen Rauchers am Brothers Unterwasservulkan auf dem Kermadec Inselbogen. Foto: GNS Science

Das Auffinden dieser hydrothermalen Wasseranomalien ist sehr viel einfacher als die Suche nach einzelnen Schloten auf dem Meeresboden, da bestimmte Elemente in den Fluiden bis zu 30.000 Mal stärker konzentriert sind als in normalem Meerwasser und damit in Dutzenden Kilometern Entfernung von ihrer Quelle nachgewiesen werden können.

Mit Hilfe zahlreicher Messprofile aus verschiedenen Richtungen über dem Gipfel eines Vulkans können die Forscher die heißen Quellen sehr genau lokalisieren.

Zur weiteren Untersuchung benutzen die Wissenschaftlerinnen und

Wissenschaftler Tiefseefahrzeuge wie AUVs (autonome Unterwasserfahrzeuge), ROVs (ferngesteuerte Unterwasserfahrzeuge) oder bemannte Forschungstauchboote, um zum einen Karten mit hoher Auflösung zu erstellen, die für die Interpretation der Struktur und Geologie notwendig sind und zum anderen auch Proben von Gesteinen, Fluiden und Organismen an verschiedenen Standorten zu sammeln.

Weltweit gibt es nur eine Handvoll bemannter Tauchboote, aber diese bieten eine fantastische Gelegenheit, die Schwarzen Raucher, manchmal in Tiefen von mehreren Kilometern, hautnah zu erleben. Heutzutage gibt es allerdings viel mehr ROVs und sogar noch mehr AUVs, mit denen Hydrothermalsysteme untersucht, überwacht und beprobt werden können.

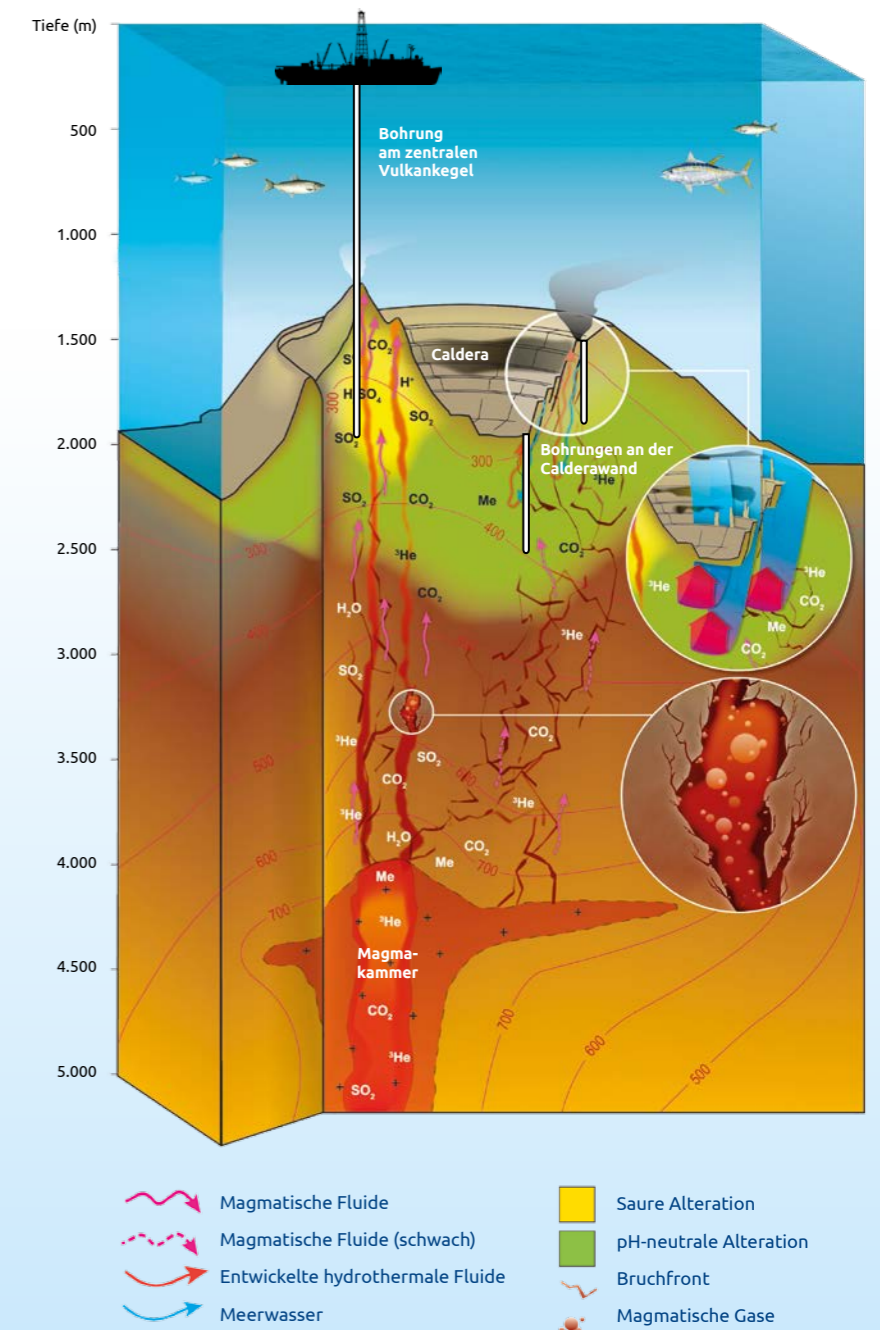


● Beprobung an einem Hydrothermalsystem, an dem sich kein mineralischer schwarzer Rauch bildet. Foto: GNS Science



● Das Bohrschiff JOIDES RESOLUTION im Hafen von Auckland, Neuseeland. Foto: Philipp Brandl/GEOMAR

Die Forschungen von Cornel de Ronde und seinen Kollegen konzentrierten sich auf die Charakterisierung von mit Unterwasservulkanen, sogenannten Seamounts,



SCHNITT DURCH DEN BROTHERS SEAMOUNT

Aufgrund der Bewegungen im Untergrund ist der Meeresboden vielfach gestört. Meerwasser kann in ihn eindringen, bis es in wenigen Kilometern Tiefe auf Magma trifft. Dort wird das Wasser stark erhitzt, es steigt wieder auf und löst dabei Metalle und andere Elemente aus dem Gestein. Die bis zu 400 Grad Celsius heiße Lösung, die am Rand der Caldera wieder aus dem Meeresboden austritt, ist aufgrund der hohen Metallgehalte tiefschwarz gefärbt. Grafik: CEJ de Ronde (GNS Science)

zusammenhängenden Hydrothermalsystemen und darauf, wie diese metallreiche Ablagerungen am Meeresboden bilden. Die Kenntnis der Chemie der aus den Heißen Quellen austretenden Fluide gibt Einblicke in Prozesse im Untergrund. Mit Studien zur Mineralogie der Vererzungen, die an diesen Lagerstätten gefunden wurden, deren Geochemie und ihren Isoto-

penzusammensetzungen wird ein Verständnis über die Herkunft der in der Lagerstätte vorkommenden Metalle vermittelt, insbesondere für „gesellschaftlich relevante“ Elemente wie Kupfer und Gold und in geringerem Umfang auch für Zink und andere Spurenmetalle.