

■ Schwarzer Raucher im Atlantik: Mark Hannington untersucht das wirtschaftliche Potential der Metallsulfide, die sich im Umfeld dieser hydrothermalen Quellen bilden. Foto: GEOMAR

34

MARINE MINERALISCHE ROHSTOFFE

Ressource für die Zukunft?

PROF. DR. MARK D. HANNINGTON

Position: Professor für Marine mineralische Rohstoffe
GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

Spezialgebiete: Lagerstättenkunde, marine Geologie, Exploration des Meeresbodens, Hydrothermalsysteme, Vergleich von Lagerstättenbildung und Vulkanismus in der Erdvergangenheit mit rezenten Systemen



Foto: GEOMAR

07

Die Möglichkeit eines Bergbaus am Meeresboden wirft wichtige neue Fragen zur nachhaltigen Nutzung der Ozeane auf. Ablagerungen von Kupfer und Zink an sogenannten Schwarzen Rauchern sowie Manganknollen und kobaltreiche Krusten in der Tiefsee sind einige der Meeresbodenschätze, die Interesse bei Staaten und Firmen wecken. Dies ist sowohl eine Herausforderung wie eine Chance für die Meeresforschung. Auf der einen Seite hat die Wissenschaft darauf hingewiesen, dass der kommerzielle Abbau von marinen mineralischen Rohstoffen der für ein effektives Management der Ozeane notwendigen Forschung vorzuzukommen droht. Andererseits gibt es für die Meeresforschung neue Möglichkeiten, um mit der Industrie zusammenzuarbeiten und so eine nachhaltige Entwicklung des Meeresbergbaus sicherzustellen.

Bergbau nach metallischen Rohstoffen ist einer der größten Sektoren der Weltwirtschaft, mit einem geschätzten Umsatz von mehr als zwei Billionen Euro im Jahr 2014. Ausgaben für die Suche nach mineralischen Rohstoffen betragen mehr als 13 Milliarden Euro pro Jahr. Die steigende Nachfrage nach landbasierten Ressourcen und die sinkende Qualität neuer Entdeckungen befördert die Suche nach Alternativen, auch in den Ozeanen. Einige Staaten, unter anderem auch Deutschland, explorieren aktiv Metallvorkommen in der Tiefsee, insbesondere die im Pazifik vorkommenden Manganknollenfelder, mit dem Ziel zukünftiger umfangreicher Bergbauaktivitäten. Andere Länder wie zum Beispiel Pa-

pua-Neuguinea, Fidschi und Tonga haben Teile ihrer Außenwirtschaftszonen für die Suche nach mineralischen Rohstoffen verchartert. Im Jahr 2011 wurde von Papua-Neuguinea die weltweit erste Lizenz für die Nutzung von Massif sulfidlagerstätten in der Bismarck-See vergeben. Damit könnte der Beginn des Tiefseebergbaus nun unmittelbar bevorstehen. Gleichzeitig werden von wissenschaftlicher Seite Bedenken gegenüber den zu erwartenden Auswirkungen auf die Umwelt vorgebracht. Allerdings ist es immer noch unklar, ob die Zahl und Größe der Vorkommen am Meeresboden für einen Bergbau in der Tiefsee ausreichend ist. Wenn der Meeresbergbau sich als ökonomisch und technisch machbar erweisen sollte, dann wird



■ Schwarze Raucher sind nicht nur Rohstofflieferant, sondern auch ein außergewöhnlicher Lebensraum. Hier findet man eine Vielzahl Organismen, die sich den extremen Bedingungen angepasst haben, wie diese Krebse und Muscheln. Foto: GEOMAR

dies sicherlich neue umweltpolitische und rechtliche Herausforderungen für die internationale Gemeinschaft nach sich ziehen. Die Petersen-Stiftung trägt durch ihre Förderung dazu bei, Lösungen für diese Fragestellungen zu finden.

Weil Tiefseebergbau nach Metallen in diesem Jahrzehnt Realität werden kann, hat das GEOMAR als erste große Einrichtung in der internationalen Meeresforschung den entscheidenden Schritt getan, einen strategischen Forschungsschwerpunkt zu marinen mineralischen Ressourcen einzurichten. Zwei grundlegende Fragen stehen im Mittelpunkt: Was gibt es zu entdecken, und: ist es das Risiko wert?

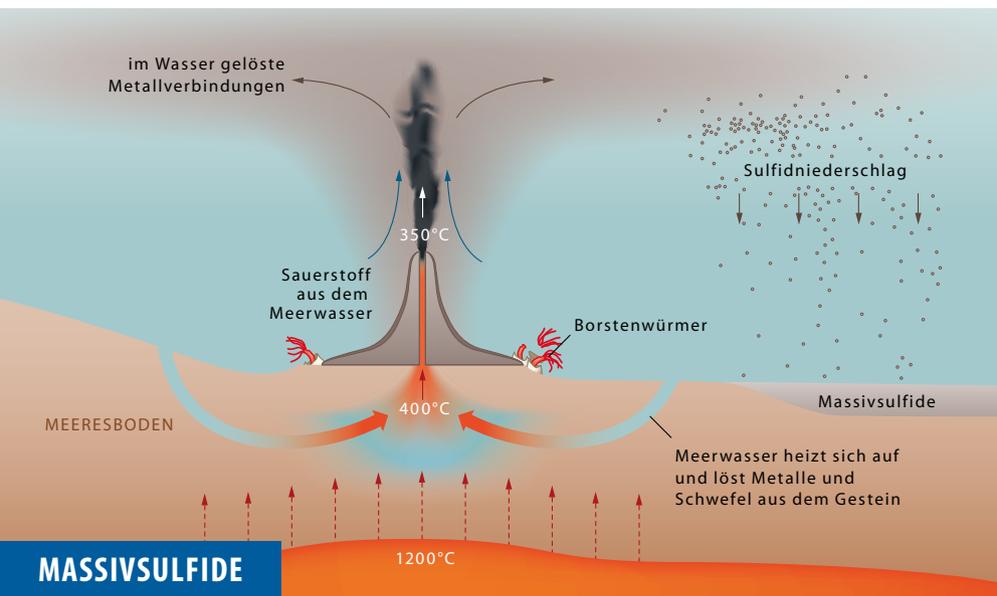
35

VITA

Mark Hannington studierte Geologie an der Queens University in Kingston, Ontario in Kanada. Er entschied sich für Geologie, weil es viele Disziplinen der Naturwissenschaften wie Physik, Chemie, Mathematik und Biologie umfasst. Seinen Master sowie die Doktorarbeit absolvierte er an der University of Toronto in Kanada.

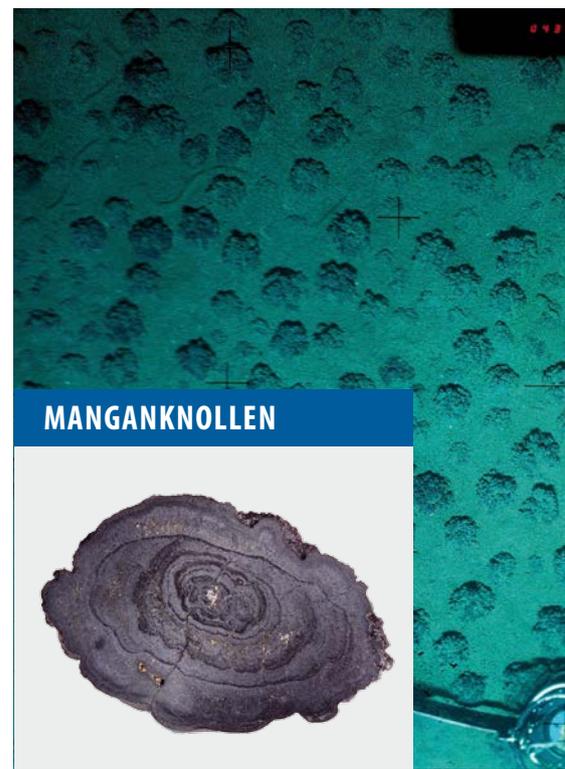
Nach seiner Promotion arbeitete Mark Hannington für 15 Jahre als Wissenschaftler für den Geological Survey of Canada und suchte an Land, aber auch am Meeresboden nach Bodenschätzen. Er nahm an mehr als 30 größeren Expeditionen auf allen Weltozeanen teil, darunter mehr als ein Dutzend Tauchgänge mit bemannten Tauchbooten.

Mark Hannington wurde für seine wissenschaftlichen Arbeiten mehrfach ausgezeichnet und 2006 auf einen Stiftungslehrstuhl der kanadischen Rohstoffindustrie (Goldcorp Chair in Economic Geology) an der University of Ottawa berufen. Seit 2013 ist Mark Hannington Fellow of the Royal Society of Canada. Seine Forschungsergebnisse veröffentlichte er in mehr als 100 begutachteten Publikationen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften. Darüber hinaus war er für einige Jahre Leitender wissenschaftlicher Redakteur der renommierten internationalen Fachzeitschrift „Economic Geology“. ■



MASSIVSULFIDE

Durch Risse sickert Wasser mehrere Tausend Meter tief in den Meeresboden. In der Nähe von Magmakammern erwärmt es sich auf bis zu rund 400 Grad Celsius und löst Mineralien aus dem Gestein. Aufgrund seiner geringen Dichte steigt es auf und schießt über die Raucher zurück ins Meer. Durch die Reaktion mit dem kalten Meerwasser bilden sich Mineralienpartikel, die sich in den Kaminen der Raucher oder auf dem Meeresboden ablagern. Grafik: World Ocean Review 3, maribus



MANGANKNOLLEN

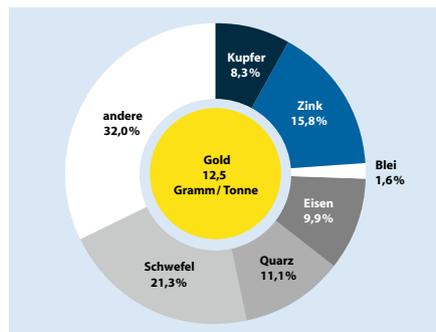


36

Beurteilung des globalen Potentials von Massivsulfiden

Aktuelle Abschätzungen deuten darauf hin, dass die Gesamtmenge an Massivsulfiden in der neovulkanischen Zone der Mittelozeanischen Rücken etwa 600 Millionen Tonnen beträgt, davon sind etwa 30 Millionen Tonnen Kupfer und Zink. Diese Menge

unentdeckten Ressourcen in den Weltozeanen. In den letzten fünf Jahren haben wir daher quantitative Bewertungstechniken getestet, um das globale Potential von marinen Massivsulfiden zu bewerten. Eine besondere Herausforderung stellt die Suche und Abschätzung von Ressourcen in Regionen dar, die sich weiter weg von



Probe eines Schwarzen Rauchers aus dem Manus Becken vor Papua-Neuginea. Diese Vorkommen zeigen die höchsten Kupfer-, Zink-, und Goldgehalte und sind daher für einen möglichen Bergbau besonders interessant. Abbildungen: GEOMAR

entspricht in etwa der Jahresproduktion dieser Metalle aus Vorkommen an Land. Dieses marine Potential wird nicht ausreichen, um die wachsende globale Nachfrage zu befriedigen. Trotz des wachsenden kommerziellen Interesses gibt es erhebliche Unsicherheiten über die Menge der noch

den derzeit aktiven mittelozeanischen Rücken befinden, da diese durch Sedimentschichten bedeckt sind. Einige Studien deuten darauf hin, dass diese verdeckten Vorkommen mehr Massivsulfide enthalten könnten als jene an den mittelozeanischen Rücken.

Metalle in der Meeresumwelt

Die meisten mineralischen Ressourcen am Meeresboden sind Produkte eines enormen Austauschs von Masse und Energie, der zwischen den Ozeanen und der darunter liegenden Kruste stattfindet. Allerdings sind noch wichtige Fragen in Bezug auf die Metallverteilung in der Erdkruste, die Stoffflüsse, die durch die hydrothermale Aktivität verursacht werden sowie Akkumulationsraten von Metallen am Meeresboden offen. So sind zum Beispiel nur sehr wenige Informationen über die Quellen, Senken und Transportwege für Metalle im marinen Umfeld vorhanden. Dadurch ist das Verständnis der Bildungsbedingungen solcher Vorkommen limitiert, was die Modellierung sowohl eines möglichen Abbaus als auch der potenziellen Umweltauswirkungen des marinen Bergbaus zur Zeit noch behindert. Die Erkenntnisse zur Mineralogie und Geochemie der submarinen Sulfidvorkommen unterstützen derzeit entwickelte Umweltmodelle, die das Verhalten von Metallen bei der Verwitterung am Meeresboden untersuchen. Dadurch lassen sich vermut-



■ Manganknollen liegen lose auf dem Meeresboden. Sie kommen in riesigen Bereichen der Tiefseeebenen vor, auf Gebieten von der Größe Europas. Sie sind bis 15 cm groß und weisen einen schaligen Aufbau auf. Ihre Wachstumsrate beträgt wenige Millimeter in einer Million Jahre. Die Knollen bestehen überwiegend aus Mangan und Eisenoxiden. Wirtschaftlich interessant sind die hohen Anteile von Kupfer, Nickel und Kobalt, die zusammen 2 bis 3 Prozent erreichen können, aber auch Inhaltssparten wie Molybdän, Titan und Vanadium. Fotos: BGR



KOBALTKRUSTEN

■ Probe aus ca. 1.700 m Wassertiefe von einem untermeerischen Vulkan der Louisville-Kette im Südwest-Pazifik. Die Krusten aus dieser Region enthalten bis 1,6 Prozent Kobalt und sind signifikant angereichert an Seltenen Erden, Molybdän und Titan. Kobaltkrusten bilden sich auf Felshängen von untermeerischen Vulkanen. Sie entstehen, indem sich ähnlich wie bei Manganknollen im Lauf von Jahrmillionen Metallverbindungen aus dem Wasser auf dem Gestein ablagern. Foto: BGR

lich auch Rückschlüsse auf das Verhalten der Metalle bei einem zukünftigen marinen Bergbau ziehen. Hierbei sind interdisziplinäre Untersuchungen nötig, da zum Beispiel der Einfluss von Mikroben auf die Freisetzung von Metallen aus den langsam am Meeresboden verwitternden Vorkommen nur unzureichend untersucht ist.

Was wir aus der Vergangenheit lernen können

Fast die gesamte Produktion von Eisen und Mangan an Land, mehr als 50 Prozent der globalen Produktion von Zink und Kupfer sowie signifikante Anteile von Silber und Gold, die wir heute an Land abbauen, wurden in ehemaligen Ozeanen gebildet, manche davon vor über 3,5 Milliarden Jahren. Für viele Wissenschaftler ist die Entdeckung von marinen Rohstoffen eine direkte Konsequenz aus der Erkenntnis, dass diese heute an Land befindlichen Lagerstätten ehemals unter Wasser gebildet wurden. Wenn die Landlagerstätten repräsentativ für den modernen Ozean sind, sollten auch noch andere, bisher nicht bekannte Vorkommen und damit deutlich grö-

ßere Mengen an Metallen in den Ozeanen zu finden sein. Über 80 Prozent der Metalle, die aus Sulfdlagerstätten an Land gewonnen wurden, sind auf nur wenige riesige Lagerstätten verteilt. Solche Vorkommen wurden bisher auf dem Grund der Ozeane nicht gefunden. Die Meeresforschung kann hier bei der Suche nach solchen Vorkommen in bisher wenig erkundeten Bereichen der Tiefsee wichtige Erkenntnisse liefern. Das Wissen über die Entstehung von Lagerstätten an Land hat schon zur Entdeckung der ersten submarinen Goldvorkommen vor der Küste Papua-Neuguineas und der Quecksilbervorkommen vor Neuseeland geführt. Dieser amphibische Ansatz aus Landgeologie und mariner Exploration öffnet die Tür für zukünftige Entdeckungen abseits der Mittelozeanischen Rücken und vulkanischen Inselbögen.

Die nächsten Schritte

Obwohl der Abbau von metallischen Rohstoffen am Meeresboden eventuell bald technisch möglich sein könnte, muss ein zukünftiger mariner Bergbau ökonomisch mit dem Land-

bergbau konkurrieren und dazu noch die technischen und ökologischen Herausforderungen bestehen. Der Energiesektor, der in den 40iger Jahren des letzten Jahrhunderts die ersten Schritte in den offenen Ozean gemacht hat, produziert heute ein Drittel des globalen Öls und knapp die Hälfte des Gases im offshore Bereich – teilweise in Wassertiefen jenseits von 3000 Metern. Für den marinen Bergbau besteht die Gefahr, dass Entscheidungen getroffen werden, bevor notwendiges Wissen über die Anzahl der Vorkommen, ihre Entstehungsprozesse und die Verbreitungswege der Metalle während und nach dem Abbau gewonnen werden konnte. Die Notwendigkeit einer Bewertung des Rohstoffpotentials ist damit dringender als jemals zuvor. Hier ergibt sich die Möglichkeit, die Fehler der Vergangenheit zu vermeiden und im Vorfeld eines marinen Abbaus Rahmenbedingungen für eine ökologisch vertretbare Nutzung der Meere zu schaffen. ■

Mehr zu diesem Thema: www.geomar.de/fileadmin/content/service/presse/public-pubs/petersen-essays/hanington_essay.pdf