

Mit OLGA in den „Wienerwald“

Geowissenschaftliches Großprojekt zur Untersuchung von Lagerstätten in den Ozeanen

Von Werner Tufar und Horst Jullmann

Mit der lagerstättenkundlichen Untersuchung von ozeanischen Erzmineralisationen befaßt sich das Großforschungsprojekt OLGA (*Ozeanische Lagerstätten: Geologisch-Mineralogische Analyse*), das seit 1989 vom Bundesminister für Forschung und Technologie mit fast sieben Millionen Mark gefördert wird. Im Rahmen dieses Projektes wurden bisher zwei mehrmonatige Forschungsfahrten im Pazifik durchgeführt. Dabei untersuchten Wissenschaftler aus Marburg, Gießen, Berlin, Hannover, Regensburg, Hamburg, aus Jugoslawien, den USA, aus Australien und Papua-Neuguinea erstmals detailliert rezente Buntmetall-Lagerstätten am Ostpazifischen Rücken und in der Bismarck-See (Papua-Neuguinea), um mögliche Rohstoffpotentiale und deren lagerstättenkund-

liche sowie bergwirtschaftliche Bedeutung abzuklären. Unter Einsatz modernster wissenschaftlicher und technischer Methoden wurden gezielt zahlreiche Proben vom Tiefseeboden entnommen, die vor allem gesicherte Aussagen über Form und Ausdehnung derartiger Erzmineralisationen erlauben. Außerdem konnte bei der letzten Forschungsfahrt im vergangenen Frühjahr eine rezente hydrothermale Sulfiderz-Lagerstättenbildung in der Bismarck-See in etwa 2 500 m Wassertiefe entdeckt werden. Obendrein wurde eine an die Quellaustritte der hydrothermalen Lösungen bzw. an die rezente Lagerstättenbildung gebundene Fauna entdeckt. Diese ist individuenreich und enthält bisher weltweit nicht bekannte Arten.

Die genetische Lagerstättenforschung hat von Anbeginn an zum Wohle des Bergbaues Modelle über die Bildungsbedingungen von

Sulfiderz-Mineralisationen entwickelt, die später auch im Experiment, z. B. durch Sulfidsynthesen, bestätigt wurden. Eine besondere

Rolle spielen dabei hydrothermale Lösungen im klassischen Sinne als mineralisierende Lösungen.

Eine Vielzahl von syngenetischen Erzmineralisationen, also von Lagerstätten, die gleichzeitig mit dem Nebengestein entstanden sind, wird auf hydrothermale Lösungen zurückgeführt. Bekannte Beispiele hierfür sind der klassische Lagerstättentyp „Lahn-Dill“ mit seinen Eisenvorkommen z. B. im Lahn-Dill-Gebiet (Grube Fortuna, Grube Falkenstein usw.) und der erweiterte Typ „Lahn-Dill“, nämlich die Buntmetall-Lagerstätten vom Typ „Meggen/Lenne“, „Rammelsberg/Harz“ und „Alpine Kieslager“, ein weltweit verbreiteter, bergwirtschaftlich äußerst wichtiger Lagerstättentyp.

Daß tatsächlich hydrothermalen Lösungen eine erhebliche Bedeutung bei der Bildung von Buntmetall-Lagerstätten zukommt, zeigten die Untersuchungen der letzten Jahre an mittelozeanischen Spreizungszonen, vor allem im Roten Meer, am Ostpazifischen Rücken sowie am Galápagos-Rift. Die Platznahme der rezenten Sulfiderz-Mineralisationen erfolgt dort sedimentär, die Herkunft der mineralisierenden Lösungen ist zweifelsfrei hydrothermal – auch im klassischen Sinne – und hängt mit vulkanischen Prozessen in der unterlagernden (ozeanischen) Kruste zusammen.

Aufgaben des Forschungsprojektes

Mit dem vom Bundesminister für Forschung und Technologie geförderten Großforschungsprojekt OLGA (Ozeanische Lagerstätten: Geologisch-Mineralogische Analyse) werden Lagerstätten auf dem heutigen Ozeanboden detailliert untersucht, um mögliche Rohstoffpotentiale und deren bergwirtschaftliche Bedeutung abzuklären. Ein weiteres wesentliches Ziel ist die genetische Klärung der betreffenden Erzmineralisationen und daraus resultierend, Vergleiche mit bekannten „fossilen“, submarin gebildeten Lagerstätten, die sich heute auf den Kontinenten finden.

Ziel bisheriger deutscher und ausländischer Forschungsfahrten war vorwiegend die großräumige Erfassung (Prospektion) der rezenten hydrothermalen Tätigkeit an divergierenden Plattenrändern, also an auseinanderdriftenden Nahtstellen der Erdkruste, vor allem im Pazifik und im Roten Meer. Hierbei standen einerseits die bathymetrische, d. h. topographische Erfassung des Ozeanbodens sowie die strukturellen und petrologischen Variationen größerer Bereiche der ozeanischen Kruste im Vordergrund, andererseits wurde schwerpunktmäßig die Auswirkung der hydrothermalen Produktion auf das Sediment in Abhängigkeit von der Entfernung zu den hydrothermalen Quellaustritten untersucht.

Daraus folgt, daß bei den bisherigen Forschungsfahrten die Suche nach neuen Gebieten mit rezenter hydrothermalen Tätigkeit im

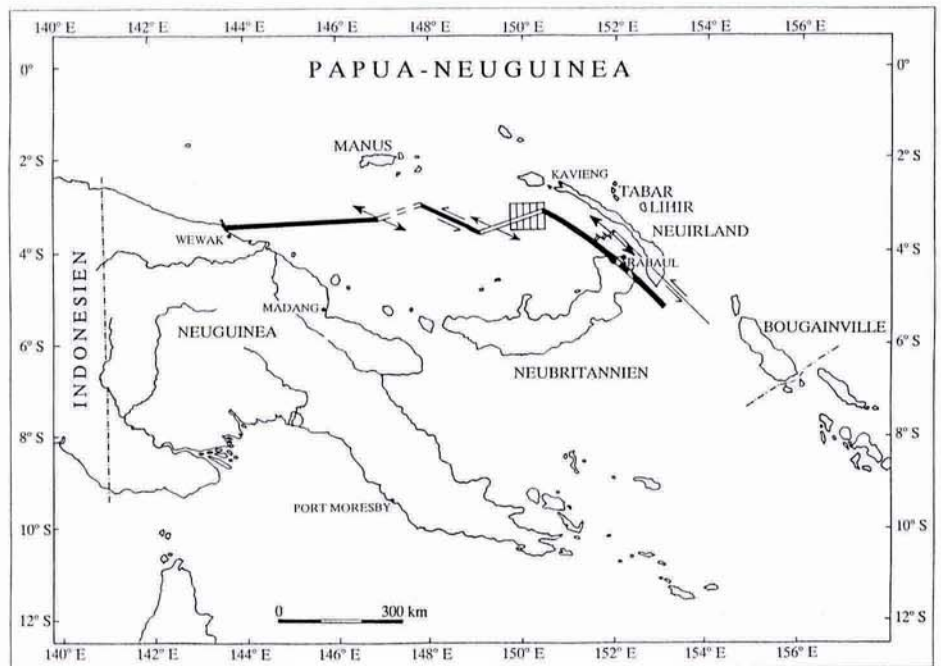


Abb. 1: Übersichtskarte von Papua-Neuguinea mit dem Untersuchungsgebiet (schraffiert) in der nordöstlichen Spreizungszone des Manus-Beckens. Spreizungsrücken und Transformstörungen kennzeichnen die aktiven Plattengrenzen.

Blickfeld stand. Es wurden vorherrschend höfliche Areale prospektiert, also Bereiche, die derartige Vorkommen erwarten ließen, ohne notwendigerweise das vorhandene mögliche Rohstoffpotential komplexer massiver Sulfiderze („Schwarze Raucher“) durch eine detaillierte Untersuchung einer Klärung zuzuführen.

Im Rahmen des Forschungsprojektes OLGA wird diese bergwirtschaftlich notwendige Fragestellung zum ersten Male berücksichtigt und bearbeitet.

Bisherigen Ansätzen und Schlußfolgerungen in dieser Richtung kommt nur ein begrenzter bzw. spekulativer Wert zu, da das geborgene Untersuchungsmaterial nicht das Ergebnis gezielter, auch statistische Gegebenheiten berücksichtigender Probenahmen darstellt. Die Frage der Quantität wurde bisher nur unter dem Aspekt eines großräumigen Auftretens hydrothermalen Aktivität gesehen.

Im Rahmen des Projektes OLGA wurden bisher zwei Fahrten mit dem Forschungsschiff „Sonne“ durchgeführt. Mit der zweimonatigen Forschungsfahrt OLGA I, die im Frühsommer 1989 im Südost-Pazifik stattfand, wurde erstmals eine detaillierte lagerstättenkundliche Aufnahme eines zusammenhängenden Vorkommens komplexer Massivsulfiderze („Schwarze Raucher“) an divergierenden Plattenrändern durchgeführt. Als besonders geeignet dafür bot sich der Ostpazifische Rücken bei 21° 30' S an. Nach dem gegenwärtigen

Stand dieser Untersuchungen hat sich gezeigt, daß dort in fast 3 000 m Wassertiefe im Zentralgraben des Ostpazifischen Rückens ein mehr oder weniger zusammenhängendes, teilweise sogar noch aktives Hydrothermalfeld mit komplexen Massivsulfiderzkörpern („Schwarze Raucher“) vorliegt, das sich über mindestens 10 km Längserstreckung im Zentralgraben-Bereich nachweisen läßt.

Mit dem Projekt OLGA II wird das Rohstoffpotential einer rezenten Lagerstättenbildung eines Spreizungsrückens in einem Back-Arc-Becken untersucht. Dafür wurde das nordöstliche Manus-Becken in der Bismarck-See von Papua-Neuguinea ausgewählt und bei 3° 10' S, 150° 17' E im Rahmen der Forschungsfahrt OLGA II von Ende April 1990 bis Ende Juni 1990 lagerstättenkundlich detailliert aufgenommen (vgl. Abb. 1). Damit verbunden war eine eingehende statistische Beprobung, um gesicherte Aussagen über Form und Ausdehnung dieses Lagerstättentyps geben zu können.

Diese Untersuchungen sollen vor allem helfen, die Rahmenbedingungen für die Genese dieses Lagerstättentyps im Bereich der Kollisionszone von Australischer Platte mit der Pazifischen Platte aufzuzeigen. Dadurch wird sowohl ein fundierter Vergleich mit rezenten Vorkommen an divergierenden Plattenrändern ermöglicht, als auch mit „fossilen“ Buntmetall-Lagerstätten wie z. B. Kupfer, Zink und Blei.



Abb. 2: Forschungsschiff „Sonne“ im Hafen von Rabaul (Neubritannien).

Mit der „Sonne“ (vgl. Abb. 2) stand ein modernes, leistungsfähiges Forschungsschiff zur Verfügung, das durch seine nautische und wissenschaftliche Ausrüstung hervorragend zur Lösung der vorgegebenen lagerstättenkundlichen Fragestellungen geeignet war. Besonders wichtig war die Möglichkeit zur direkten („live“) Beobachtung und Untersuchung des Tiefseebodens am Monitor an Bord, verbunden mit einer detaillierten lagerstättenkundlichen Aufnahme inklusive Beprobung. Die lagerstättenkundliche Aufgabenstellung verlangte größte Erfahrung und äußerste Präzision, besonders auch bei der Navigation, da fast alle der eingesetzten, speziell für den Einsatz in der Tiefsee entwickelten Geräte durch ein mehrere Kilometer langes Kabel, das zugleich auch zur Datenübertragung diente, von der „Sonne“ direkt über den Tiefseeboden geschleppt und manövriert wurden. Eingesetzt wurden vor allem ein Tiefsee-Kartierungs-Fächerlotsystem (SeaBeam), Fernschlitten und Fernsehgreifer (vgl. Abb. 3). Eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung einer derartigen lagerstättenkundlichen Forschungsfahrt war eine exakte Positionierung der geschleppten Geräte. Dies war möglich durch den Einsatz von Transpondern, also Positionierungssendern, kombinierten Sende- und Empfangseinheiten, die für die Zeit der Untersuchungen im Arbeitsgebiet am Ozeanboden der Tiefsee verankert wurden.

Zur Bildung rezenter Komplexmassivsulfiderze

Aktiv divergierende Plattenränder bzw. mittelozeanische Rücken (z. B. Ostpazifischer Rücken, Mittelatlantischer Rücken) und

Spreizungsrücken in Back-Arc-Becken (z. B. Manus-Becken) stellen Zonen des Magmenaufstieges aus dem Erdmantel dar und sind darüber hinaus stellenweise durch eine intensive hydrothermale Lagerstättenbildung („Schwarze Raucher“ – „Black Smokers“) gekennzeichnet. Insgesamt nehmen die aktiven Spreizungsrücken eine Gesamtlänge von etwa 65 000 km ein und finden sich zum weitestgrößten Teil auf dem Ozeanboden und nur zu einem sehr kleinen Teil auf dem Festland, z. B. an der Westküste Nordamerikas (St. Andreas-Graben), in Ostafrika (Ostafrikanisches Grabensystem) oder am Roten Meer. So ist es weiter nicht verwunderlich, daß diese

Zonen intensiver rezenter hydrothermaler Aktivität am Ozeanboden erst vor kurzem entdeckt wurden.

Die rezente hydrothermale Aktivität an den mittelozeanischen Rücken und an Spreizungsrücken in Back-Arc-Becken steht seit ihrer erst vor wenigen Jahren erfolgten Entdeckung schlagartig im Blickpunkt des internationalen Interesses und ist das Ziel zahlreicher Untersuchungen, z. B. französischer, amerikanischer, japanischer, sowjetischer, kanadischer, australischer und deutscher Forschungsaktivitäten.

Die mineralisierenden hydrothermalen Lösungen an den Spreizungsrücken gehen auf in der ozeanischen Kruste ablaufende vulkanische Prozesse zurück und sind ohne Zweifel, auch im klassischen Sinne, hydrothermaler Entstehung.

Die ozeanische Kruste weist in den betreffenden Gebieten einen sehr steilen Temperaturgradienten auf. Während sie von unten, aus der Tiefe, von Magmenkammern mit Temperaturen bis um etwa 1200° C aufgeheizt wird, erfolgt von oben durch das Meerwasser bei einer Temperatur von etwa 2° C eine Abkühlung. Meerwasser dringt entlang Rissen, Zerrklüften, Störungen usw. in die neugebildete ozeanische Kruste ein, gelangt in tiefere Bereiche und wird dort aufgeheizt, und es bilden sich Konvektionszellen bzw. Konvektionsströmungen. Mit der Aufheizung erfolgt die chemische Veränderung des Meerwassers zur hydrothermalen Lösung. Dabei wird der pH-Wert des bekanntlich leicht alkalischen Meerwassers (pH etwa 8) stark abgesenkt, er beträgt in der neu entstandenen hydrothermalen Lösung circa 3,6 und liegt somit im sauren Bereich. Diese laugt nun aus dem Basalt bzw. aus der ozeanischen Kruste und

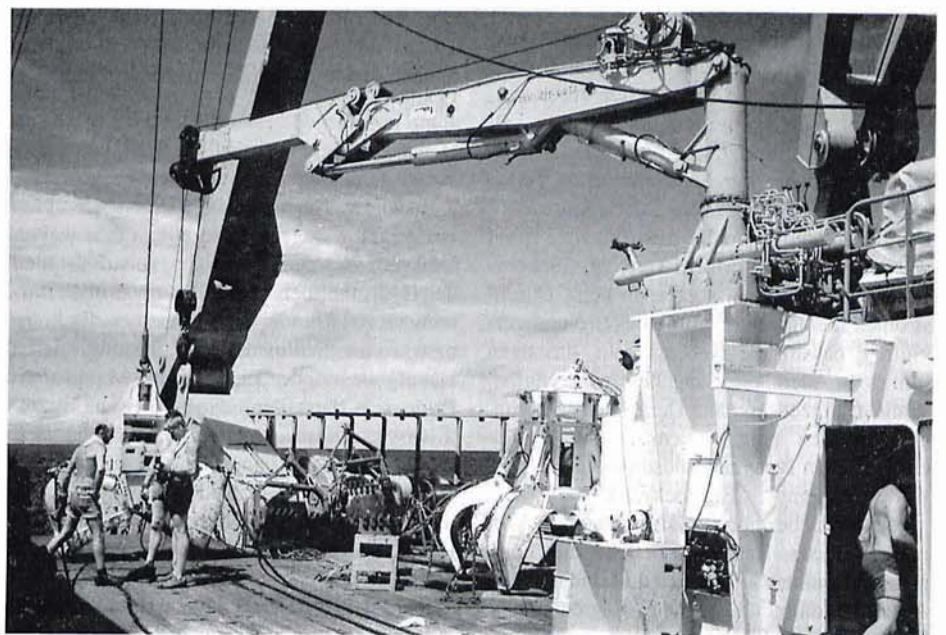


Abb. 3: Fernsehgreifer vor dem Einsatz an Bord der „Sonne“.

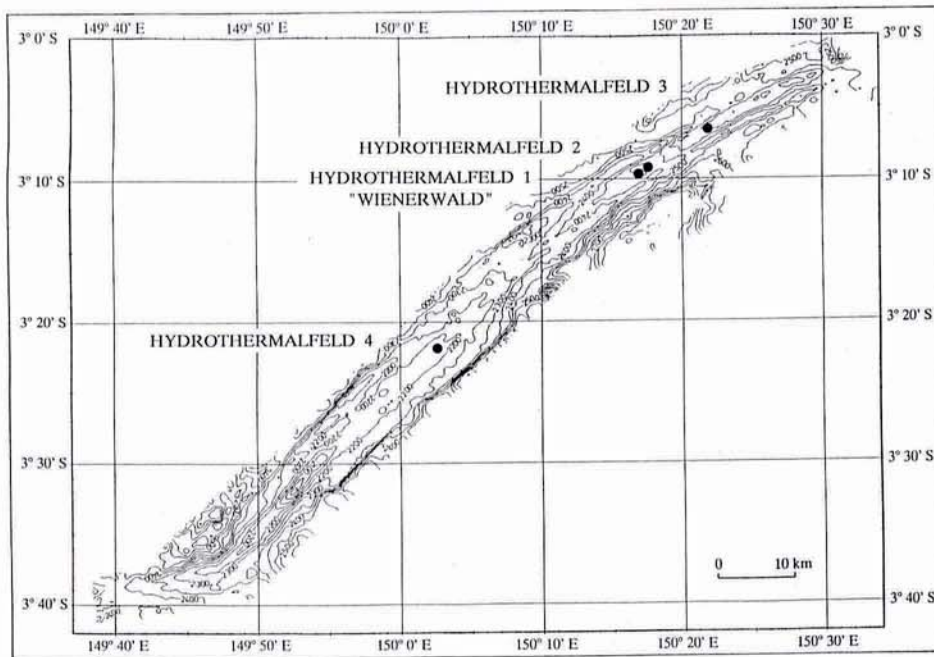


Abb. 4: Meeresbodenkarte des Manus-Spreizungsrückens von 3° 42' S, 149° 37' E bis 3° 0' S, 150° 34' E mit Lage der vier größeren Hydrothermalfelder.

reichert sich stark an mit vor allem SiO_2 , Kalium, Calcium, Schwefelwasserstoff, Eisen, Mangan, Kupfer, Zink, Barium usw., enthält aber keinen (freien) Sauerstoff und praktisch auch kein Magnesium und Sulfat. Der Anreicherungsgrad der Buntmetalle liegt gegenüber dem normalen Meerwasser bei etwa 10^8 .

Charakteristisch für die rezente hydrothermale Lagerstättenbildung ist, daß aus den hydrothermalen Lösungen, die am Ozeanboden im Zentralgraben an „Leckstellen“ (Störungen bzw. Risse, Klüfte) austreten, am Kontakt mit Meerwasser zuerst die schwerlöslichen Sulfide (Fe, Cu, Zn) ausgefällt werden. Die austretenden, oft hochschießenden, meist hochtemperierten hydrothermalen Lösungen, mit Austrittstemperaturen bis über 400° C, verfärben sich am Kontakt mit Meerwasser durch Fällung von feinstverteilten Sulfiden (z. B. Magnetkies, Wurtzit, Kupferkies, Pyrit) schwarz – daher der kennzeichnende Name „Schwarzer Raucher“ von „Black Smoker“ – und bauen häufig um die Austrittsstellen rasch wachsende vulkanförmige Gebilde, „Schornsteine“ auf, verzerzen aber auch beim Durchströmen das liegende, aufgelockerte und zerklüftete basaltische Nebengestein, das dann Sulfide in Äderchen, Gängen sowie engmaschigen Netzen enthält. Derartige Vererzungen werden mit einem alten mittteleuropäischen Bergmannsausdruck als „Stockwerksvererzung“, „Erzstockwerk“ oder kurz „Stockwerk“ bezeichnet. Die rezenten Erzkörper („Schwarze Raucher“) bestehen aus komplexen massiven Sulfiderzen und sind in ihrem Auftreten räumlich sehr eng begrenzt, eine Erkenntnis, die für eine gezielte Prospektion auf diesen Lagerstättentyp von Bedeutung ist.

Das gesamte Sulfid der hydrothermalen Lösung wird unmittelbar an den Austrittsstellen am Ozeanboden durch die Ausfällung der Metallsulfide (z. B. Pyrit, Magnetkies, Markasit, Zinkblende, Wurtzit, Schalenblende, Kupferkies, Chalkopyrrhotin) verbraucht. Die Gesamtmenge an Sulfid ergibt sich aus dem Gehalt an reduziertem Sulfat des ursprünglichen Meerwassers und ist dadurch begrenzt. Dazu kommen noch geringe Mengen an Schwefel bzw. Sulfid, die aus der ozeanischen Kruste beigetragen werden. Die charakteristischen komplexen Massivsulfiderze („Schwarze Raucher“), die unmittelbar an den Austrittsstellen am Ozeanboden ausgefällt werden, repräsentieren nur eine geringe Menge der in der ausströmenden hydrothermalen Lösung gelaugten bzw. gelösten Metallionen.

Danach erfolgt die Ausfällung der Hauptmenge an gelaugten bzw. gelösten Metallionen, und zwar in Form von Hydroxiden. Sie treten in riesigen Mengen und in einem sehr weiten Umkreis von den jeweiligen Austrittsstellen der Hydrothermen auf, selbst noch in Entfernungen von Hunderten Kilometern. Es kommen somit Sedimente zur Bildung, deren Hauptgemengteile Eisen- und Manganoxi-Hydroxide darstellen, also „oxidische hydrothermale Sedimente“ bzw. „oxidische Erzschlämme“. Sie können, sofern sie nicht zu stark mit normalem Sedimentmaterial verdünnt sind, am Ozeanboden über große Areale verbreitet sein und bilden öfters um die Austrittsstellen der hydrothermalen Lösungen einen asymmetrischen Hof („Halo“), dessen Ausdehnung von den jeweiligen Meeresströmungen abhängig ist.

Die rezente hydrothermale Aktivität an den Spreizungsrücken manifestiert sich besonders eindrucksvoll in den rezenten komplexen Massivsulfid-Vorkommen. Sie eröffnen die einzigartige Möglichkeit, die Ausfällung von Sulfiden aus hydrothermalen Lösungen und somit die Bildung von komplexen massiven Sulfiderz-Lagerstätten direkt am Ozeanboden beobachten zu können, wodurch wesentliche neue Erkenntnisse für die Lagerstättenkunde gewonnen werden. Von allgemeinem Interesse ist außerdem die Klärung der Frage der bergwirtschaftlichen Bedeutung dieser rezenten komplexen massiven Sulfiderze bei der zukünftigen Weltrohstoffversorgung.

Untersuchungen auf der Fahrt in die Bismarck-See

Ende April 1990 lief die „Sonne“ aus Suva (Fidschi) nach Papua-Neuguinea in die Bismarck-See aus. An der Fahrt nahmen 21 Wissenschaftler, darunter ein Schiffsarzt sowie Gäste auch aus Übersee und 27 Mann Schiffsbesatzung teil, die im 24-Stunden-Betrieb im Einsatz waren.

Begonnen wurde mit einer Strukturkartierung des Ozeanbodens mittels Tiefsee-Kartierungsfächerlotsystem (SeaBeam) auf der gesamten Strecke der Überfahrt, ausgehend von Suva (Fidschi) durch das nördliche Fidschi-Becken, entlang dem nördlichen Vanuatu-Inselbogen, durch den San Cristobal-Graben südlich der Salomonen und entlang dem Salomonen-Neubritannien-Graben bis Rabaul (Neubritannien). Dieses Profil wurde auf Bitte der Inselstaaten und der South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC) aufgenommen.

Einer Bitte des Auswärtigen Amtes und der Regierung von Papua-Neuguinea folgend, wurde eine genaue Untersuchung und Aufnahme und damit ein exakter Nachweis der submarinen Tavui-Caldera, eines untermeerischen vulkanischen Kraterkessels nördlich von Rabaul (Neubritannien) durchgeführt, der teilweise in einer Wassertiefe von mehr als 1000 m liegt. Dabei konnten auch eine Reihe von kleineren Nebenkratern entdeckt und lokalisiert werden. Beprobungen der submarinen Caldera ergaben verschiedene Bimssteintypen, daneben Pyroklastika sowie Rhyodacit.

Forschungsarbeiten im Manus-Becken

Das Manus-Becken liegt in Back-Arc-Position zum Neubritannien-Graben und zeigt eine hohe Spreizungsrate, die mehr als 100 mm pro Jahr beträgt. Um diesen Durchschnittsbetrag vermehrt sich die ozeanische Kruste durch Zufuhr von Lava aus dem Erdmantel. Dies ist verbunden mit einem Auseinanderdriften der

Platten. Hauptarbeitsgebiet war der Spreizungsrücken im nordöstlichen Manus-Becken, von dem als Grundlage für die weiteren lagerstättenkundlichen Untersuchungen eine genaue Meeresbodenkarte (vgl. Abb. 4) auf circa 130 km streichender Länge erstellt wurde.

Auffällig ist bereits die im Streichen des Spreizungsrückens stark wechselnde Morphologie. Während im Nordosten ein ausgeprägter Zentralgraben vorliegt, verflacht dagegen der Spreizungsrücken gegen Südosten zunehmend und geht schließlich in einen grabenlosen Rücken über. Als eine weitere Besonderheit konnte dort bei 3° 31,9' S, 149° 52,4' E ein submariner Vulkankegel („Seamount“) entdeckt werden (vgl. Abb. 4).

Die stark unterschiedlich ausgebildete Morphologie des Spreizungsrückens geht konform mit einem Wechsel der Lavatypen, der chemischen Zusammensetzung der auftretenden Vulkanite sowie mit der Divergenzrate. Für den südwestlichen Bereich scheinen schnelle Spreizung und unterschiedlicher Gesteinschismus typisch zu sein, für den Nordosten dagegen einheitlicherer Gesteinsbestand und langsamere Spreizung. Im Nordosten treten häufig Tiefsee-Tholeiit (MORB) auf, außerdem Back-Arc-Becken-Basalt (BABB). Weit verbreitet sind dort mehr homogene, massige, dichte, meist glasige Kissenlaven (Pillows), die öfters geriefte Oberflächen aufweisen. Untergeordnet treten, vorzugsweise bei mäßigem Relief, lappige Lava, Schichtlava und Stricklava auf. Der südwestliche Bereich zeigt dagegen häufiger Schichtlava und Stricklava und Lavaströme sowie Lavatunnel. Diese weisen öfters Einbruchsstrukturen auf.

Eine intensive rezente Tektonik ist in der neugebildeten Kruste am Spreizungsrücken deutlich ausgeprägt und wird durch Spalten, Störungen, Verwürfe, Abbrüche, Klüfte, „Gjars“ etc. dokumentiert.

Die „Raucher“ und deren hydrothermale Fauna

Deutliche Anzeichen rezenter hydrothermaler Aktivität (z. B. Temperatur-Anomalien, hydrothermale Präzipitate bzw. Mineralisationen, hydrothermale Fauna) konnten an zahlreichen Stellen entlang des Spreizungsrückens beobachtet werden. Zusätzlich liegen Methan-Anomalien vor.

Wichtigstes Ergebnis der eingehenden lagerstättenkundlichen Untersuchungen war die Entdeckung einiger – fast ausnahmslos aktiver – Hydrothermalefelder im Manus-Becken, die genau lokalisiert wurden (vgl. Abb. 4). Besonders Bedeutung kommt dem Hydrothermalefeld 1 „Wienerwald“ und seinen „Rauchern“ zu, das detailliert aufgenommen und eingehend statistisch beprobt wurde.

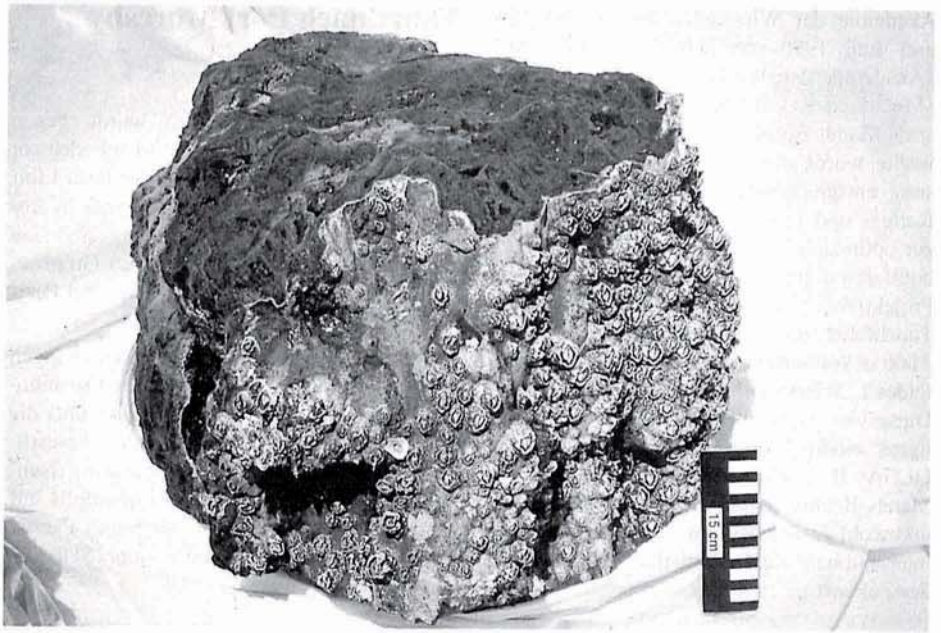


Abb. 5: Hydrothermalefeld 1 „Wienerwald“, Probe 26 GTVA, 3° 9,88' S, 150° 16,78' E, Wassertiefe 2491 m. Größeres Bruchstück eines aktiven Zn-reichen „Rauchers“, dicht besetzt mit lebenden Seepocken (*Chionelasmus?*, eine oder mehrere neue Arten).

Die erstmals in diesem Teil des Pazifiks erfolgreich durchgeführte Beprobung (vgl. Abb. 5) belegt das Vorkommen hydrothermalen Mineralisationen mit überwiegend Komplexmassivsulfidieren, die durch ein Vorherrschen von Zink, daneben Eisen, Kupfer und stellenweise etwas Blei sowie durch Spuren von Silber und Gold gekennzeichnet sind. Als weitere Mineralien, Gangarten, treten z. B. röntgenamorphe Kieselsäure bzw. Opal, Baryt, Anhydrit und elementarer Schwefel auf.

Gebunden an die Hydrothermalaustritte und an die Komplexmassivsulfidier-Schornsteine, die zumeist auf Kissenlava aufwachsen und eine Höhe von über 20 m erreichen können, ist eine charakteristische, reichhaltige hydrothermale Fauna mit vorherrschend Mesogastropoden, Seepocken, anomuren Crustaceen und Krabben, außerdem Pogonophoren, Polychaeten, Seeanemonen und anderen (vgl. Abb. 5–8). Diese Fauna enthält weltweit unbekannte neue Arten, z. B. *Olgacocha tufari* BECK, 1991 (neue Gattung und Art), eine bis knapp 10 cm große, schwarze Schnecke (vgl. Abb. 6). Sie findet sich sogar rezent fossilisiert, „versteint“, im Komplexmassivsulfidier. Häufig weisen aktive Komplexmassivsulfidier-Schornsteine einen dichten Besatz aus vorherrschend Mesogastropoden, hauptsächlich *Olgacocha tufari* BECK, 1991 (n. gen. et n. spec.; vgl. Abb. 6), daneben *Alviniconcha* cf. *hessleri* OKUTANI & OHTA, 1988 (vgl. Abb. 7), begleitet von Seepocken (vgl. Abb. 5), anomuren Crustaceen und Krabben (vgl. Abb. 8) sowie Pogonophoren etc. auf. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang außerdem, daß die geborgenen Schnecken sowie

bestimmte Krabben (Bythograeidae) trotz des enormen Druckunterschiedes von etwa 250 bar (!) noch zwei Wochen an Bord der „Sonne“ bei normalem Atmosphärendruck lebten (vgl. Abb. 6–8).

Wegen der hohen Konzentrationen an Schwer- und Buntmetallen sowie Schwefel in den hydrothermalen Lösungen ist das Auftreten dieser reichhaltigen Fauna überaus erstaunlich. Der Tiefseeboden ist über weite Strecken äußerst dünn besiedelt und gleicht einer leblosen Wüste. Dagegen findet und konzentriert sich eine individuenreiche Fauna dann plötzlich in dem scheinbar unwirtlichen Milieu um die Quellaustritte der hydrothermalen Lösungen.

Den Beginn der Nahrungskette stellen chemoautotrophe, extrem thermophile Archaeobakterien dar. Sie wurden in den geborgenen „Raucher“-Proben nachgewiesen.

Mehr oder minder bereits inaktiv ist Hydrothermalefeld 2 (vgl. Abb. 4) mit seinen Komplexmassivsulfidier-Körpern (Schornsteinen). In einem aktiven Stadium befinden sich dagegen wieder Hydrothermalefeld 3 und Hydrothermalefeld 4 (vgl. Abb. 4), jeweils mit einer charakteristischen Hydrothermalefauna. Diese ist in Hydrothermalefeld 3 durchaus vergleichbar jener in Hydrothermalefeld 1 „Wienerwald“. In Hydrothermalefeld 4 zeichnet sich die Hydrothermalefauna durch Röhrenwürmer (*Ridgeia* spec.) sowie rosafarbene Aktinien (n. spec.) aus.

Das Untersuchungsgebiet im Manus-Becken hat auch höchste Priorität bei den Forschungsfahrten der Sowjetunion und Japans. Einer Bitte auf Zusammenarbeit der Sowjetischen

Akademie der Wissenschaften, die im Mai und Juni 1990 mit dem Forschungsschiff „Akademik Mstislav Keldysh“ und deren zwei „Mir“-Tiefsee-Tauchbooten Untersuchungen am Manus-Spreizungsrücken durchführen wollte, wurde entsprochen und durch Überlassung entsprechender Unterlagen bis hin zu Karten- und Probenmaterial die Möglichkeit zur optimalen Durchführung von vier Tauchbootfahrten gegeben. Davon wurde eine dem Projektleiter von OLGA für eine 16-stündige Tauchfahrt zur Untersuchung des in etwa 2 500 m Wassertiefe gelegenen Hydrothermalfeldes 1 „Wienerwald“ zur Verfügung gestellt. Diese vier Tiefsee-Tauchboot-Fahrten bestätigten eindrucksvoll die zuvor bereits von OLGA II gewonnen Ergebnisse. Die im Manus-Becken begründete, unbürokratische und wohl gerade deshalb äußerst erfolgreiche internationale Zusammenarbeit wird auch in der Zukunft weiter fortgesetzt.

Fahrt nach Port Moresby (Neuguinea)

In ersten Übersichtsprofilen wurde gegen Ende der Forschungsfahrt der Ozeanboden vor Luise Harbour bzw. zwischen der Insel Lihir (sie zeichnet sich durch eine rezente hydrothermale Gold-Lagerstättenbildung aus) und dem Emirau-Feni-Rücken bzw. im Grenzgebiet zwischen Australischer Platte und Pazifischer Platte kartiert (vgl. Abb. 1).

Abgerundet wurden die Untersuchungen durch eine Strukturkartierung des Ozeanbodens von Lihir, parallel zu Neuirland, über die Salomonen-(Mikro-) Platte, durch das westliche Woodlark-Becken bis Port Moresby (Neuguinea). Diese Profile wurden ebenfalls auf Bitte der Inselstaaten und der South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC) aufgenommen.

Ausblick

Es ist wohl faszinierend, an Spreizungsrücken des heutigen Ozeanbodens Vorgänge direkt beobachten zu können, die in vorangegangenen geologischen Zeitaltern zur Bildung bekannter „fossiler“ Lagerstätten beigetragen haben. Diese entstanden in einem marinen Milieu, liegen aber auf Grund nachfolgender geologischer Prozesse heute auf den Kontinenten. Die genaue Beobachtung und Untersuchung der rezenten Vorgänge am Ozeanboden der Tiefsee läßt bei vorsichtiger Deutung wichtige Erkenntnisse auch für die genetische Klärung der Lagerstättenbildung in vorangegangenen geologischen Perioden erwarten, darüber hinaus für die Prospektion auf „fossile“ Lagerstätten. Allerdings muß man sich vor übereilten Schlußfolgerungen und Parallelisierungen hüten.



Abb. 6: Hydrothermalfeld 1 „Wienerwald“. Lebende Exemplare von *Olgaconcha tufari* BECK, 1991 (n. gen. et n. spec.), aus dem Besatz von aktiven „Rauchern“ (Komplexmassivsulfiderz-Schornsteinen) aus einer Wassertiefe um 2 500 m. Jede schwarze Schnecke zeigt einen durch die hydrothermalen Lösungen teilweise angelösten Apex. Stellenweise sind auf den Schalen kleine Napfschnecken (n. spec.) zu sehen.



Abb. 7: Hydrothermalfeld 1 „Wienerwald“. Lebende Exemplare von *Alviniconcha* cf. *hessleri* OKUTANI & OHTA, 1988, aus dem Besatz von aktiven „Rauchern“ (Komplexmassivsulfiderz-Schornsteinen) aus einer Wassertiefe um 2 500 m. Auffällig zeigt ebenfalls jede der behaarten Schnecken einen durch die hydrothermalen Lösungen teilweise angelösten Apex.

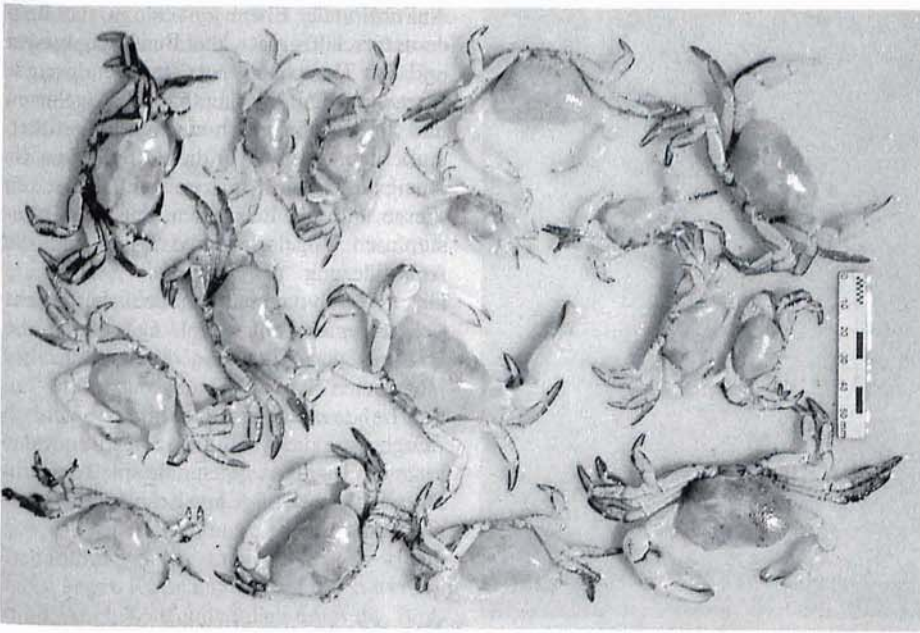


Abb. 8: Hydrothermalfeld I „Wienerwald“. Lebende Exemplare von blinden Krabben (Bythograeidae) aus dem Besatz von aktiven „Rauchern“ (Komplexmassivsulfiderz-Schornsteinen) aus einer Wassertiefe um 2 500 m.

Zu den Autoren:

Prof. Dr. Werner Tufar, Jahrgang 1939, promoviert an der Universität Wien, 1975 habilitiert an der Universität Gießen, hat am Fachbereich



Geowissenschaften der Universität Marburg die Professur für Mineralogie und Lagerstättenkunde. Schwerpunkte seiner Forschungen sind (1) lagerstättenkundliche Untersuchungen der Vererzung der Ostalpen, am Balkan (Serbisch-Mazedonische Erzprovinz, Dinarische Erzprovinz), im Rhenoharzynikum, Iran, in Amerika, (2) rezente hydrothermale Mineral- und Lagerstättenbildung, besonders an aktiv divergierenden Plattengrenzen sowie an Spreizungszonen in Back-Arc-Becken (z. B. Ostpazifischer Rücken, Galápagos-Rift, Rotes Meer, Tyrrhenisches Meer, Tscheleken/UdSSR). Er leitet das vom BMFT finanzierte Großforschungsprojekt OLGA (Ozeanische Lagerstätten: Geologisch-Mineralogische Analyse) zur detaillierten lagerstättenkundlichen Erfassung rezenter Erzvorkommen auf dem Ozeanboden.

Dr. Horst Jullmann, Jahrgang 1934, promoviert an der Universität Gießen, ist Akademischer Oberrat am Institut für Angewandte Geo-



wissenschaften der Universität Gießen. Seine Hauptarbeitsgebiete sind Angewandte und Technische Mineralogie sowie Instrumentelle Analytik. Er ist seit vielen Jahren Mitarbeiter der Fachnormenausschüsse „Röntgenfluoreszenzanalyse – Prüfung oxidischer Roh- und Werkstoffe“ und „Chemische Analyse von oxidischen Roh- und Werkstoffen“.