

TIEFSEE-NUGGET  
Ein Manganknolle vom  
Grund des Pazifiks im  
Schiffslabor. Wertvolle  
Metalle wie Kobalt, Kupfer  
und Nickel haben sich  
über Jahrmlionen an  
einem Steinchen, einer  
Muschelschale oder einem  
Haizahn abgelagert



# Knollen- fieber

Im Ozean lagern gigantische Mengen metallreicher Erzbrocken. Einige Staaten und Unternehmen wollen die Rohstoffe fördern. Doch Forschende warnen vor gravierenden Umweltschäden. Im tropischen Pazifik untersucht eine Expedition die Folgen des geplanten Tiefseebergbaus für eine größtenteils unbekannte Tierwelt. Ein Bericht von Bord

Text und Fotos Tim Kalvelage

Zweitausend Kilometer vor der Küste von Mexiko gleitet die „Sonne“ über den nachtschwarzen Pazifik. Im Schlepptau hat das Schiff ein Gerät, ausgerüstet mit Foto- und Videokameras, das knapp über dem Meeresboden schwebt. An Bord schaut Lilian Böhlinger, Doktorandin am Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven, gebannt auf die Live-Bilder aus 4500 Meter Wassertiefe. Der flache Grund ist mit Gesteinsklumpen übersät, so groß wie Kartoffeln. Zuerst gleicht die fremde Welt einer toten Mondlandschaft. Doch im Scheinwerferlicht entdeckt die Biologin überall Hinweise auf Leben im weichen Sediment: Kriechspuren, Wurmlöcher, den Umriss eines Seesterns, der sich eingegraben hat.

Dann flimmern fremdartige Tiefseebewohner über ihren Bildschirm, einige haben auf den Steinen Halt gefunden: blumenartige Anemonen, zarte Korallenbäumchen und Schwämme auf Stielen, an die sich Schlangensterne klammern. Alle zwanzig Sekunden schießt die Kamera ein Foto der Bodenfauna. Lilian Böhlinger vergrößert den letzten Schnappschuss. „Eine wunderschöne Seegurke!“, sagt sie begeistert. Das bizarre Wesen trägt eine Art Segel auf dem Rücken, durch den pinken, nahezu transparenten Körper schimmert der Verdauungstrakt. „In der Tiefsee sind diese Tiere bunter und vielfältiger als in Korallenriffen.“ Bald sind auch weiße, orangefarbene und violette Seegurken zu sehen, stachelige Würste und bauchige „Seeschweine“ mit Stummelbeinchen.

### Spuren in der Tiefsee

Allmählich ändert sich die Szenerie: Die Gesteinsklumpen sind zunehmend mit Sediment bedeckt, die Lebewesen weniger zahlreich. Nach ein paar hundert Metern hat sich der Meeresboden in eine Sandwüste verwandelt. „Wir müssten gleich das Abbaugelände erreichen“, sagt die Forscherin beim Blick auf ihre Karte und die Schiffsposition. Kurz darauf erscheinen am Grund die eineinhalb Meter breiten Spuren eines tonnenschweren Kettenfahrzeugs. Auf dem zerfurchten Acker sitzen ein paar Seeigel. Eine leuchtend rote Garnele schwimmt durchs Bild. Das



**PRÄZISIONSARBEIT**  
Der Unterwasserroboter erlaubt präzise Manöver am Meeresgrund. Per Greifarm nimmt das Team Proben auf einem Experimentierfeld



## Wenn riesige Maschinen Manganknollen ernten, könnten zahllose Organismen heimatlos werden

ferngesteuerter Tauchroboter (ROV) mit Greifarmen sowie ein torpedoförmiges autonomes U-Boot zur Bodenkartierung.

Der Auftakt der Reise verläuft holprig, das Corona-Virus ist mit an Bord. Die Infizierten müssen sich auf ihren Kammern isolieren. Für den Rest gilt: Masken tragen. Gegessen wird hastig und schweigsam in Schichten. Dazu streikt die Technik: Die GPS-Positionierung bereitet Probleme, die Geräte landen nicht an den anvisierten Orten am Meeresboden. Der Tauchroboter hat ein Leck, und als ein Seil reißt, rauschen wertvolle Instrumente unkontrolliert in die Tiefe.

Aber Forscher und Schiffscrew beheben die Probleme. Die verlorene Ausrüstung kann mithilfe des Tauchroboters am Ozeangrund lokalisiert und heil geborgen werden. Und nach zehn Seetagen ertönt die erlösende Durchsage des Kapitäns über die Bordlautsprecher: „Alle PCR-Tests sind negativ!“ Beim Abendessen herrscht ausgelassene Stimmung in der Messe.

**EINSATZ IM PAZIFIK**  
Die „Sonne“ (links), Deutschlands modernstes Forschungsschiff, ist für die Tiefseeerkundung ausgerüstet. Matrosen bergen den Kastengreifer mit Sedimentproben (unten)

Noch 100 Meter, 50... „Stopp!“, sagt Martínez Arbizu. Das Gerät baumelt jetzt wenige Meter über dem Grund in 4100 Metern Tiefe. Auf dem Bildschirm sieht man einige Plastikrohre, darunter den Meeresboden. Manganknollen sind nicht zu erkennen. Treffer! Die Forscher wollen das von einer dicken Sedimentschicht bedeckte Gebiet rings um die Abbaustelle untersuchen. Die Winde läuft wieder an, und die Rohre dringen ins Sediment ein.

Gut eine Stunde später ist das Gerät zurück an Deck. Sogleich sichern ein Dutzend Forschende die kostbaren Proben. Ein tropischer Schauer prasselt auf die Schiffsplanken. Nach wenigen Minuten sind die Sedimentkerne bereits auf dem Weg in die Labore. Sie sollen unter anderem Auskunft darüber geben, ob durch Tiefseebergbau Schwermetalle aus dem Meeresboden freigesetzt werden und wie sich die Bakteriengemeinschaft verändert.

Das Team um Martínez Arbizu wiederum fahndet nach Tieren im Sediment,

Gestein ist verschwunden, und mit ihm die sesshafte Tierwelt.

Im Herbst 2022 ist eine Expedition mit dem deutschen Forschungsschiff „Sonne“ von Kalifornien in den tropischen Nordostpazifik aufgebrochen. Ein 38-köpfiges Team will erkunden, welche Schäden Bergbau im Ozean hinterlässt. 18 Monate zuvor hat das belgische Unternehmen Global Sea Minerals (GSR) in der Region eine Erntemaschine mit den Maßen eines Mähreschers getestet. Sie wurde entwickelt, um Erze vom Meeresboden aufzusammeln: Manganknollen, die über Jahrtausende in den Tiefseeebenen entstanden sind. Sie enthalten begehrte Technologiemetalle wie Kobalt, Kupfer und Nickel. Doch der Abbau könnte ein kaum erforschtes Ökosystem großflächig zerstören.

Das Meeres-Eldorado ist die Clarion-Clipperton-Zone (CCZ), ein Seegebiet zwischen Hawaii und Mexiko. In 4000 bis 6000 Metern Tiefe lagern dort auf einer Fläche größer als die EU etwa 25 bis 40 Milliarden Tonnen Manganknollen. Die

Internationale Meeresbodenbehörde, eine UN-Organisation, verwaltet die riesigen Erzkvorkommen. Sie vergibt Lizenzen für internationale Gewässer – bisher nur für die Erkundung der Bodenschätze. Derzeit erarbeitet die Behörde ein Regelwerk für den Abbau. Dieser „Mining Code“ könnte im Sommer verabschiedet werden. Es wäre der Startschuss für den Tiefseebergbau.

### Sensibler Lebensraum

Zu den 17 Lizenznehmern in der Clarion-Clipperton-Zone gehört neben GSR auch die deutsche Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Die Claims umfassen jeweils 75.000 Quadratkilometer, gut die Fläche Bayerns. 2021 hat GSR im belgischen und deutschen Lizenzgebiet zwei rund 30.000 Quadratmeter große Knollenfelder abgeerntet und die Klumpen am Rand der Testfelder abgeladen. Parallel führte das europäische Forschungsprojekt „Mining Impact“, koordiniert vom Kieler Forschungsinstitut Geomar, eine Umwelt-

studie durch. Nun kehren die Wissenschaftler mit der „Sonne“ zurück, um die Folgen fürs Ökosystem zu untersuchen.

„Die Artenvielfalt in der CCZ ist ähnlich hoch wie die tropischer Regenwälder, vor allem wegen der Manganknollen“, sagt Expeditionsleiter Pedro Martínez Arbizu vom Deutschen Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung in Wilhelmshaven. „Auf ihnen siedeln viele Tiere, die wiederum andere Organismen anziehen. Bei früheren Reisen haben wir Hunderte neue Spezies erfasst.“ Tiefseebergbau würde ihren Lebensraum dauerhaft schädigen, fürchtet er, weil Erntefahrzeuge die Knollen entfernen und jede Menge Staub aufwirbeln. „Die Sedimentwolken verbreiten sich weit über das Abbaugelände hinaus“, so der Biologe. „Filterer wie Schwämme werden von dem Partikelregen begraben und könnten ersticken.“

Für die achtwöchige Expedition wurden containerweise Messinstrumente und Probenahmegeräte geladen, darunter Millionen Euro teure Tiefsee-Hightech: ein





#### VIELFALT AM MEERESGRUND

Die Biomasse in den Knollenfeldern ist gering, der Artenreichtum umso größer. Im Uhrzeigersinn: eine Seegurke, ein gestielter Glasschwamm mit Seesterne, ein Grenadierfisch, ein fleischfressender Schwamm

die weniger als einen Millimeter messen. „Sie machen einen Großteil der Tiefseefauna aus“, erklärt der Biologe. Auf dem Labortisch vor ihm schwappt schlammiges Wasser. Es riecht nach Ethanol. Er siebt eine Sedimentprobe durch feine Edelstahlmaschen. Die Kleinstlebewesen, die darauf hängenbleiben, werden in Alkohol konserviert und später in Deutschland gezählt und bestimmt. „Am häufigsten finden wir Ruderfußkrebse“, sagt er, „und Fadenwürmer. Im deutschen Lizenzgebiet gibt es etwa 10.000-mal so viele davon wie Sterne in unserer Galaxie.“

Seit der Jahrtausendwende wächst das Interesse an den Rohstoffen der Tiefsee. Neben metallreichen Schwefelerzen und Kobaltkrusten an Seebergen sind die Knollenfelder besonders begehrt. Schon in den Siebzigerjahren gab es aus Angst vor Ressourcenknappheit an Land Bestrebungen, sie auszubeuten. Nun befeuern Energie- und Digitalisierung den Griff nach den ozeanischen Schätzen. Manganknollen enthalten gleich mehrere Metalle, die für E-Autos, Windräder und Smartphones unentbehrlich sind. Experten schätzen die Kobaltmenge in der CCZ aufs Drei- bis Sechsfache der globalen Landreserven.

Befürworter argumentieren, der Tiefseebergbau könnte nicht nur unseren steigenden Rohstoffbedarf decken, sondern auch die Abhängigkeit von politisch instabilen oder undemokratischen Staaten wie dem Kongo oder China verringern. Auch seien die gesellschaftlichen und ökologischen Kosten geringer als beim Bergbau an Land, da weder Menschen umgesiedelt noch Wälder gerodet werden müssen und weniger giftiger Abraum anfällt.

#### Tiefe Wissenslücken

Wissenschaftler hingegen warnen vor massiven Schäden in dem sensiblen Ökosystem durch den Abbau der überlebenswichtigen Knollen, aufgewirbeltes Sediment, lärmende Erntefahrzeuge in der weitgehend stillen Tiefsee und Schlamm, den Förderschiffe ins Meer zurückleiten. Die langsam wachsende Fauna würde Jahrzehnte, wenn nicht Jahrtausende brauchen, um sich zu erholen. Das zeigt



#### AUSGESIEBT

In Sedimentproben sucht Expeditionsleiter Pedro Martínez Arbizu nach Kleinstlebewesen

auch ein Experiment vor Peru, wo Forscher 1989 ein Knollenfeld umgepflügt haben. Fast dreißig Jahre später waren Schwämme dort nicht zurückgekehrt.

Das Wissen über die Tiefseefauna ist noch sehr lückenhaft. Wie alt werden die Organismen und wie groß ist ihr Verbreitungsgebiet? Wie vermehren sie sich? Was sind die Schlüsselarten im Ökosystem? Diese Fragen müssten beantwortet werden, um das Risiko des Tiefseebergbaus seriös abzuschätzen. Ob Arten aussterben könnten, bevor sie entdeckt wurden.

Ungeachtet dessen will die Meeresbodenbehörde bis Juli Vorschriften für den Tiefseebergbau verabschieden. Der Grund für die Eile: Nauru, ein winziger Inselstaat im Pazifik mit Lizenz in der CCZ, hat 2021 einen Paragraphen im internationalen Seerecht angewandt. Demnach muss die Behörde binnen zwei Jahren ein Regelwerk

vorlegen. Der Mining Code soll die erlaubte Größe der Abbaufelder, Umweltvorgaben und die Aufteilung der Gewinne festlegen. Mit den Erkenntnissen aus dem Abbaustein wollen die Forschenden Empfehlungen erarbeiten, etwa zur Ausweisung von Schutz- und Umweltmonitoring.

Die „Sonne“ ist inzwischen seit vier Wochen im Pazifik unterwegs. Rund um die Uhr gehen Geräte ins Wasser. Nachts blickt man in die müden Gesichter von Forschenden, die aus den Kojen geklingelt wurden, weil Proben an Deck kommen. Lilian Böhringer erkundet auf nächtelangen Kamerafahrten den Meeresgrund. Tagsüber schwitzt sie im Fitnessraum oder genießt an Deck das sonnige Wetter und löst Kreuzworträtsel. Abends holt sie mit strahlenden Augen Seegurken und andere Tiefseetiere aus der Sammelbox des Tauchroboters, wenn dieser wieder an Deck ist.



#### LICHT INS DUNKEL

Mit dem Tauchroboter erkunden die Forschenden den Meeresboden in mehr als 4000 Meter Tiefe. Nach einem erfolgreichen Einsatz ist er am Heck der „Sonne“ wieder aufgetaucht und wird an Bord geholt

Zum Expeditionsteam gehört auch ein Vertreter der Industrie, Francois Charlet, der die Rohstofferkundung von GSR leitet. Er hat schon 2021 die Umweltstudie begleitet. Beim täglichen Science Meeting im Konferenzraum – die „Sonne“ ist nun im belgischen Lizenzgebiet – zeigt er ein Video vom Abbautest. Man sieht, wie das Erntefahrzeug die Knollen und die obere Sedimentschicht einsaugt. Aus technischer Sicht war der Test ein Erfolg:

„Patania II hat neunzig Prozent der Manganknollen aufgesammelt“, sagt er.

„Patania II“ war nur ein Prototyp. „Patania III“ soll dreimal so groß werden und 2025 erstmals zum Einsatz kommen. Dann plant GSR einen Abbautest mit Bohrschiff und Fördersystem, das Knollen zur Meeresoberfläche transportiert. Auch GSR glaubt, dass Bergbau in der Tiefsee weniger zerstörerisch wäre als häufig an Land. Auf Basis der wissenschaftlichen Erkenntnisse

könnte man international gültige Regeln vereinbaren. „Wir wollen Feedback von der Forschung, um den Abbau möglichst umweltschonend zu gestalten“, sagt Charlet. Losgehen könnte es 2028, nach weiteren Umweltstudien, und wenn ein Umweltmanagementplan vorliegt. Falls Tiefseebergbau sich als unverantwortbar erweise, werde GSR keine Abbaulizenz beantragen.

Die Konkurrenz will schon bald mit der Knollenernte beginnen. Kurz vor der

greenpeace magazin 2.23

## Wie schnell würde sich das Ökosystem von der Zerstörung erholen?



#### KNOLLENERSATZ

Wird Tiefseegestein abgebaut, verlieren sesshafte Tiere ihr Habitat. Sabine Gollner bietet versuchsweise künstliche Knollen als Alternative an

„Sonne“ war „The Metals Company“ mit einem Bohrschiff in die Clarion-Clipper-ton-Zone gefahren. Das kanadische Unternehmen ist durch Abkommen mit Nauru, Tonga und Kiribati an drei Lizenzgebieten beteiligt. Im Oktober 2022 förderte es mehr als 3000 Tonnen Manganknollen an die Oberfläche. Die Meeresbodenbehörde hatte das Konzept zum Umweltmonitoring zwar bemängelt, den Test aber letztlich genehmigt. Ab 2024 will „The Metals Company“ im industriellen Maßstab abbauen.

Würde die Fauna der Knollenfelder sich davon erholen? Könnte man sie dabei unterstützen? Tiefseeökologin Sabine Gollner vom niederländischen Meeresforschungsinstitut NIOZ auf Texel will das herausfinden. Im Container am Heck des Schiffs schaut sie auf eine Wand aus Bildschirmen. Vor ihr sitzen der Pilot des Tauchroboters und ein Kollege, der den Greifarm bedient. Nach der Landung zieht der Arm Plastikrahmen aus einer Box, einen nach dem anderen, und platziert diese auf der Spur des Kettenfahrzeugs im Testgebiet. An den Rahmen sind Knollen aus Ton befestigt, 3000 Stück hat eine Keramikerin für Sabine Gollner gefertigt. „Das Experiment soll beantworten, ob Schwämme, Anemonen und Korallen

auch auf künstlichen Knollen siedeln“, sagt sie. „Wenn ja, könnten damit Abbauflächen renaturiert werden.“ Der Aufwand wäre enorm.

Schon 2021 wurden solche Rahmen im Testgebiet ausgebracht. Einige will die Forscherin nun einsammeln. Wieder streckt der Roboter seinen Greifarm aus. Ein Gredierfisch, großäugig und gemächlich, taucht im Scheinwerferlicht auf und verschwindet wieder in der Dunkelheit. Später kratzt Gollner im Labor mit einer Rasierklinge die Knollen ab. Auf Texel wird sie den Biofilm analysieren. Bis größere Organismen auf den künstlichen Knollen wachsen, dürften viele Jahre vergehen.

Nach knapp zwei Monaten auf See ist wieder Land in Sicht. Kurz vor Weihnachten erreicht das Schiff die kalifornische Küste. In der Zwischenzeit hat die Bundesregierung erklärt, sie werde Tiefseebergbau vorerst nicht unterstützen. Die Risiken und das Ökosystem müssten erst besser erforscht werden. Die nächsten Einsätze der „Sonne“ sind schon geplant. ●

*Die Recherche wurde durch Stipendien der Europäischen Geowissenschaftlichen Union und der Otto-Brenner-Stiftung unterstützt.*