



# Maschinen im Tiefenrausch

Auf dem Meeresgrund verlaufen Tausende Kilometer von Kabeln, Gas- und Ölleitungen, zudem lagert dort ein gigantischer Schatz an Rohstoffen. Doch bisher ist die Wartung der Infrastruktur extrem teuer, der Rohstoffabbau scheitert ganz. Das sollen autonome **Unterwasserroboter** ändern.

**TEXT** CAMILLA FLOCKE

26.6.2020 / WirtschaftsWoche 27

© Handelsblatt Media Group GmbH & Co. KG. Alle Rechte vorbehalten.  
Zum Erwerb weitergehender Rechte wenden Sie sich bitte an [nutzungsrechte@vhb.de](mailto:nutzungsrechte@vhb.de).

### Die Schätze der Ozeane

Manganknollenfelder sowie Öl- und Gasvorkommen machen aus dem Meeresgrund einen lukrativen Wirtschaftsraum. Zur Bergung braucht es Unterwasserroboter (rechts)



intensiv genutzt, etwa für die Gasförderung oder für Unterseekabel. Gerade wird quer durch die Ostsee die politisch höchst umstrittene Gasleitung Nord Stream 2 verlegt, weltweit fördern 257 Offshore-Bohrinseln Öl und Gas. Zudem schlängeln sich Kabel von Offshore-Windkraftanlagen oder zum Transport der immer wichtigeren Datenmengen unzählige Kilometer über den Tiefseegrund. Facebook hat erst im Mai angekündigt, ein Unterseekabel von der Länge des Äquators rund um Afrika zu verlegen. Was mit diesen in der Tiefe aber tatsächlich passiert, darüber wissen die Unternehmen oben meist erstaunlich wenig.

In den Tiefen verbergen sich zudem Manganknollen, Eisen- und Mangan-Krusten sowie Massivsulfide. Sie enthalten Mineralien für Schlüsseltechnologien wie Batterien, Windräder oder Smartphones. Allein in der Clarion-Clipperton-Zone zwischen Mexiko und Hawaii sollen nach Schätzungen der Internationalen Meeresbodenbehörde (ISA) mehr als 20 Milliarden Tonnen Manganknollen liegen. Es ist ein Schatz, an den sich bisher keiner heranwagt. Denn so vielversprechend der Wirtschaftsraum unter Wasser ist, so unwirtlich ist er.

Dort, wo es kalt ist und kein Licht mehr hinkommt, der Druck von bis zu einer Tonne auf einer fingernagelgroßen Fläche lasten kann, würde der Mensch keine Sekunde lang überstehen. Um die Schätze aus den Weltmeeren zu heben, bedarf es Unterwasserroboter wie die seeschlangenartigen vor der Küste Norwegens, die häufig schon nur mithilfe von Sensoren selbstständig durch das Wasser schwimmen. Bald könnten sie dauerhaft am Meeresgrund verweilen, was für die Unternehmen deutlich billiger wäre, als sie immer wieder an Land zu holen.

### Roboter statt Taucher

Der Energiekonzern Shell beispielsweise besitzt allein in der Nordsee vor Großbritannien 200 Ölleitungen von mehr als 3000 Kilometer Länge. Um sie zu inspizieren, heuert das Unternehmen regelmäßig zwei Dienstleister an, die unabhängig voneinander Gutachten erstellen. Für das erste schleppt ein Schiff ein ferngesteuertes Unterwasserfahrzeug hinter sich her. Das ist über ein Kabel mit dem Begleitschiff verbun-

**W**ie zwei Seeschlangen gleiten die Roboter zu den Gasleitungen einer Förderplattform. Mit ihren Sensoren vermessen sie die Rohre, beleuchtet von Scheinwerfer, die auf ihnen montiert sind. Ihr Job: Sie sollen hier, in 250 Meter Meerestiefe sicherstellen, dass die jährlich elf Milliarden Kubikmeter Gas das Festland auch tatsächlich erreichen, dass die Rohre weder rosten noch lecken. Ihre Heimat: der Boden des Meeres, an dem sie, einmal zu Wasser gelassen, bis zum Ende ihrer Lebenszeit verbleiben.

Bisher sind die in der Tiefsee siedelnden Roboter nur Statisten in einem Imagefilm. Doch schon nächstes Jahr will das norwegische Energieunternehmen Equinor sie tatsächlich am Åsgardfeld vor der norwegischen Küste einsetzen, wie Pål Atle Solheimnes, Berater für Unterwasserintervention bei Equinor, erzählt: „So können wir unsere Kosten genauso wie das Risiko für unsere Mitarbeiter und CO<sub>2</sub>-Emissionen senken.“ Es wäre ein weiterer, bedeutsamer Schritt für die Erschließung eines Wirtschaftsraumes, über den die Menschen bislang weniger wissen als über den Mond. Dabei wird der Meeresgrund schon heute

den, von dem aus die Crew es steuert, kontrolliert und mit Strom versorgt. Das ist zumindest weniger riskant und aufwendig, als Menschen in Tauchausrüstung in die Tiefen zu schicken. Nur zwei Forscherteams haben es bisher überhaupt jemals geschafft, mit Spezial-U-Booten bis zum tiefsten Punkt der Ozeane, den Marianengraben, zu tauchen. Das ferngesteuerte U-Boot sammelte in der Tiefe Schallsignale ein, die Experten dann nach Anomalien durchsuchen. Der zweite Gutachter überprüfte die kritischen Punkte mit einer auf dem Tauchgerät befestigten Kamera. Gefährden Geröll oder verloren gegangene Anker die Leitung? Sind Macken oder gar schon Lecks zu erkennen?

Ein aufwendiges Verfahren, das zuletzt dadurch zumindest ein bisschen effizienter geworden ist, dass sich die ferngesteuerten U-Boote weiterentwickelt haben. Statt einer Geschwindigkeit von zwei Knoten schafft die neueste Generation vier oder sechs und sammelt dabei zugleich Sonardaten und macht Fotos. Die erste Inspektion vor zwei Jahren durch das norwegische Unternehmen DeepOcean dauerte nur 45 Tage – vorher zog sich die Überprüfung bis zu fünf Monate hin.

### Goldrausch der Tiefsee

Um noch tiefer zu tauchen, dort, wo der Tiefseeanglerfisch mit seiner leuchtenden Rute Nahrung jagt, können die teils mehrere Hundert Meter langen Kabel sehr aufwendig und störend sein. Nützlicher sind autonome Unterwasserfahrzeuge, kurz AUVs, die sich selbst ihren Weg hinab bahnen. Sie sind auf bestimmte Routen festgelegt, die sie dann selbstständig abfahren können. Ein Nachteil: Ein Zwischenstopp an einer besonders interessanten oder kritischen Stelle ist nicht möglich. Durch das fehlende Kabel sind sie zudem von der Stromversorgung abgeschnitten und auf Akkus angewiesen. Deshalb müssen sie immer wieder eingeholt und aufgeladen werden.

Es waren die Bilder solcher Roboter, die den Australier Gerard Barron vor inzwischen sieben Jahren auf die Idee seines Lebens brachten. Sie zeigten den Meeresboden in der Clarion-Clipperton-Zone, 4000 Meter unter dem Meeresspiegel und übersät mit kartoffelgroßen, schwarzen Manganknollen. „Auch wenn ich bereits von den Knollen am Meeresgrund wusste, habe ich es erst geglaubt, als ich es mit den eigenen Augen gesehen habe“, erzählt Barron, heutiger Chef und einer der ersten Investoren von DeepGreen. Er nahm sich vor, die Knollen einzusammeln. Denn diese enthalten für Windräder und Batteriespeicher wichtige

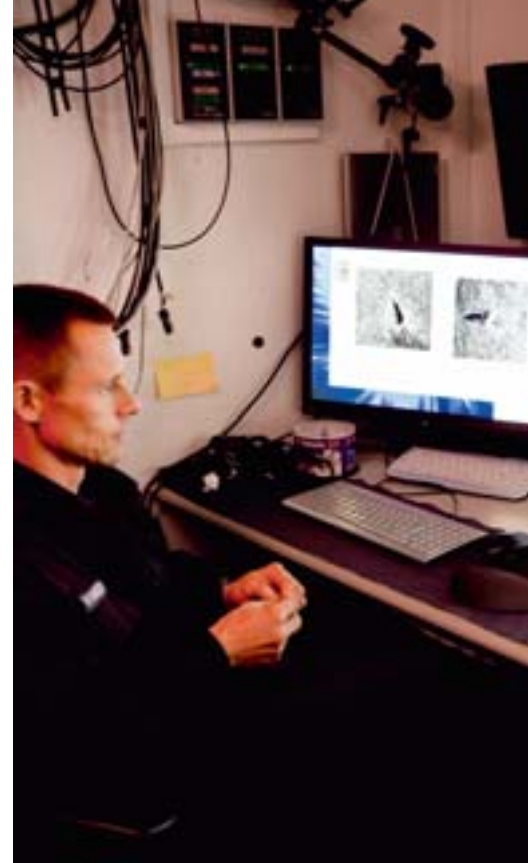
### Ein Blick in die Tiefe

Mithilfe von Unterwasserrobotern wie dem Hugin von Kongsberg lässt sich der Meeresboden bequem erkunden – ganz ohne nasse Füße zu bekommen

Stoffe wie Nickel, Kupfer und Kobalt. Barron nennt sie „ein wunderbares Geschenk von Mutter Natur“.

Mit seinem Plan ist Barron nicht ganz allein. Das, was der Klondike River für die Goldsucher des späten 19. Jahrhunderts war, ist für den Tiefseebergbau die Clarion-Clipperton-Zone. Die britische Tochter des Rüstungskonzerns Lockheed Martin etwa, UK Seabed Resources, oder auch das chinesische Staatsunternehmen China Minmetals sind dort ebenfalls aktiv. Anders als in den Bergen Alaskas gelten auf dem Meeresboden allerdings deutlich strengere Regeln. Barron braucht eine Lizenz von der ISA – die diese nur an Staaten vergibt. DeepGreen hat sich daher mit den pazifischen Inselstaaten Nauru, Kiribati und Tonga zusammenschlossen. Sie haben ein Gebiet von der Größe Bayerns zugesprochen bekommen, das Barron derzeit nach den attraktivsten Manganknollenstellen absuchen lässt.

So wie die Seefahrer die Ozeane früher nach neuen Handelsrouten und Kontinenten erkundeten, ergründen nun Unternehmer wie Barron deren Tiefen. Und so wie große Ingenieurbauwerke wie der Suezkanal oder der Panamakanal diese später grundlegend veränderten, könnte die Robotertechnik bald den Tiefseebergbau voranbringen. Um den Meeresgrund zu kartieren, Ölleitungen und Unterwasserkabel zu überwachen, besitzen die Unterwasserroboter von Kongsberg bis zu zehn verschiedene Sensoren – etwa ein sogenanntes Seitensichtsonar. Dieses sendet Schallwellen gen



Boden. Je länger das Echo braucht um zurückzukehren, desto größer ist der Abstand zum Meeresboden.

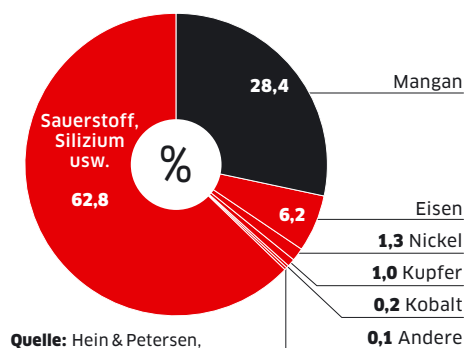
Eine Besonderheit des Echos hilft Geologen zudem, die Beschaffenheit des Terrains genau zu ergründen: Ruft man beispielsweise in einen Wald hinein, schallt das Echo nur schwach, in einem Steinbruch hingegen viel deutlicher und härter zurück. Eine Software errechnet aus den unterschiedlichen Schallsignalen ein Schwarz-Weiß-Bild. Harte Strukturen wie Steine erscheinen dunkel, feiner Sand als helle Fläche. Die Sensoren gewähren sogar Einblicke in die Schichten unterhalb des Meeresboden. Ein sogenanntes Sedimentsonar sendet dazu Schallimpulse mit einer Frequenz unterhalb des menschlichen Hörbereichs aus. So lassen sich zum Beispiel Erdgasaschen finden – ein unter Energieunternehmen begehrter Schatz.

### Mähdrescher auf dem Meeresgrund

Doch mit der Kartierung ist es nicht getan. Mindestens ebenso kompliziert ist es, die Manganknollen einzusammeln. Das Gerät, das diese Schätze eines Tages heben soll, ähnelt äußerlich einer Mischung aus Mähdrescher und einer Eismaschine, wie man sie vom Schlittschuhlaufen kennt. Patania II heißt der Apparat der belgischen Bergbautechnikfirma Deme-GSR, das im nächsten Jahr zu einem erneuten Test aufbrechen soll. Das 25 Tonnen schwere Gerät soll die Manganknollen zunächst aufsammeln und dann

### BEGEHRTES GUT

Metallgehalte von Manganknollen aus der Clarion-Clipperton-Zone



Quelle: Hein & Petersen, World Ocean Review 3



über ein Pumpsystem an die Oberfläche zum Schiff bringen. Der erste Einsatz war im vergangenen Jahr gescheitert.

DeepGreen setzt beim Ernteroboter auf die Technik der Schweizer Firma Allseas. Auch die feilt noch daran, das Gefährt den enormen Herausforderungen der Tiefsee anzupassen. Barron hofft, seine Tiefseejuwelen von 2024 an einsammeln zu können. Bisher hat die ISA nämlich nur Lizenzen zur Erkundung ausgegeben, ein Regelwerk zum Tiefseebergbau fehlt noch. Der neue Rohstoffrausch könnte deshalb enden, ehe er richtig begonnen hat. Nichtregierungsorganisationen wie die Deep Sea Conservation Coalition rufen nach einem Moratorium, bis etwa „die Umwelt-, sozialen und wirtschaftlichen Risiken umfassend verstanden sind“. Auch das Europäische Parlament forderte die Europäische Kommission 2018 auf, ein solches zu unterstützen.

Wirbelt eine Erntemaschine den Untergrund auf und trübt so das sonst glasklare Tiefseewasser ein, dauert es lange, bis sich das Ökosystem erholt. Unternehmen wie DeepGreen verweisen gerne darauf, dass der Rohstoffabbau an Land die Umwelt viel stärker zerstöre. „Der ökonomische Nutzen muss mit den ökologischen Folgen neutral abgewogen werden“, betont Annemiek Vink von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Sven Petersen vom Geomar-Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel ist da deutlich kritischer: „Umweltfreundlich ist der Tiefseebergbau nicht,

es gibt nur einen mit geringeren oder größeren Umweltbeeinträchtigungen.“

#### Dreckige Begleitschiffe

Auch die autonomen und ferngesteuerten U-Boote stehen in der Kritik von Umweltschützern, vor allem wegen des Kraftstoffausstoßes der Begleitboote, welche die Roboter auf Kurs halten, indem sie dessen aktuelle Position per akustischem Signal weitergeben. Dabei sei das gar nicht nötig, sagt Richard Mills vom Roboterhersteller Kongsberg: „Wir ermutigen unsere Kunden, die AUVs tatsächlich autonom operieren zu lassen.“ 80 bis 100 Stunden hätten die Unterwasserfahrzeuge bereits problemlos alleine geschafft.

Vielleicht werden die Begleitschiffe bald auch ganz obsolet, weil die Roboter dauerhaft

unter Wasser bleiben. Funktionieren würde das mithilfe einer Ladestation, wie man sie von Mährobotern im Garten kennt, wo die Roboter ihre Batterien aufladen und Informationen mit einem Kontrollraum an der Küste austauschen könnten. Der norwegische Ölkonzern Equinor hat dafür bereits ein erstes Modell entworfen, das aussieht wie ein hochgebocktes gelbes Gitter, aus dem zwei Anschlüsse in die Höhe ragen. Dieses wollen die Norweger am liebsten zum Branchenstandard machen. „Das ist der Schlüssel, um die Drohnentechnologie am Meeresgrund voranzutreiben“, sagt Pål Atle Solheimsnes, der Berater bei Equinor. Schließlich könne ein Autofahrer auch mit jedem Fahrzeugtyp an jeder Tankstelle tanken. Shell sieht die Zukunft ebenfalls in Unterwasserrobotern, die dauerhaft am Meeresboden bleiben und von der Küste aus gesteuert werden.

Die seeschlangenähnliche Drohne im Åsgardfeld wird bald an solch einer Dockingstation auftanken. Mal Strom, mal Daten. Und sie wird wahrscheinlich der erste Roboter sein, der, abgesehen von seltenen Inspektionen, für immer unter Wasser bleibt. In der Zukunft sieht Solheimsnes sein Unternehmen dann nicht nur als Tankstellenbetreiber in der Tiefsee, sondern als einen Unterwasserchauffeurservice, quasi ein Uber für autonome Roboter. Energieunternehmen müssten dann nur noch in einer App nach einem verfügbaren Gefährt in der Nähe des Ölfeldes schauen und könnten mit einem Klick die Mission starten. ■



## „Mangan- knollen sind ein wunderbares Geschenk von Mutter Natur“

**GERARD BARRON**  
Chef von DeepGreen