



Der Rohstoffverbrauch der Menschheit ist gewaltig. Wir benötigen Erdöl, um 1 Milliarde Autos und Lastwagen anzutreiben, jährlich rund 20 Millionen Tonnen Kupferrefinade für beispielsweise Stromleitungen oder Elektromotoren und exotische Metalle wie etwa Neodym für viele industrielle Einsatzgebiete. Seit Anfang der 1970er Jahre hat sich der weltweite Energieverbrauch verdoppelt. Mit dem Wachstum der Weltbevölkerung und der Entwicklung der großen Schwellenländer China und Indien wird er sich nach Angaben der Internationalen Energieagentur (IEA) in Paris bis zum Jahr 2035 nochmals um mehr als ein Drittel erhöhen. So wird das Meer als Rohstoffreservoir zunehmend interessant. Vor allem in der Tiefsee gibt es noch große Mengen an Erdgas, Erdöl und Erzen, und die Aussicht, diese Schätze zu heben, ist verlockend.

Während Erdgas und Kohle noch weit bis über dieses Jahrhundert hinaus in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, ist Erdöl voraussichtlich derjenige fossile Rohstoff, der zuerst knapp wird. Öl ist heute der wichtigste fossile Energieträger weltweit und wird bereits zu einem guten Drittel im Meer gefördert. Die Offshore-Ölindustrie ist also längst etabliert. Wurde zunächst nur in flachen, küstennahen Meeresgebieten gebohrt, so hat die Ölindustrie inzwischen die Tiefsee erobert. Dank neuer geophysikalischer Erkundungsverfahren sind Wissenschaftler heute in der Lage, den Meeresboden und andere Bodenschichten bis in eine Tiefe von 12 Kilometern unter dem Meeresboden nach Gas- und Öllagerstätten abzusuchen. Mithilfe moderner Methoden wurden in den vergangenen Jahren immer wieder neue große Lagerstätten entdeckt oder schon bekannte neu vermessen. Zwischen den Jahren 2007 und 2012 wurden 481 größere Felder, die in Wassertiefen von mehr als 1500 Metern liegen, ausfindig gemacht. Das sind mehr als die Hälfte der insgesamt neu entdeckten größeren Offshore-Felder. Die Tiefseeförderung dürfte also in Zukunft immer wichtiger werden. Interessant ist, dass die neu ausgemachten Offshore-Felder in der Regel 10-mal größer als neu entdeckte Felder an Land sind.

Wie die Explosion der Bohrinself „Deepwater Horizon“ zeigt, ist die Ölförderung in großer Tiefe sehr riskant, weil die Bohrlöcher dort nur mit speziellen Tauchgeräten versorgt werden können und Unfälle deshalb kaum beherrschbar sind. Zu dem Unglück kam es unter ande-

rem, weil Mitarbeiter Messwerte aus dem Bohrloch falsch interpretierten und weil Schutzventile versagten, die das Bohrloch hätten schließen sollen. Eine Ursache ist auch, dass die Zuständigkeiten an Bord nicht klar geregelt waren, was insofern doppelt problematisch ist, als gleichzeitig Fachkräfte mehrerer Subunternehmen an Bord arbeiteten. So konnten Fehler unentdeckt bleiben.

Als Reaktion auf das Unglück im Golf von Mexiko hat die Offshore-Ölindustrie große Schutzhauben entwickelt, sogenannte Capping Stacks, die im Notfall in der Tiefe über ein sprudelndes Bohrloch gestülpt werden können. Mehrere dieser Capping Stacks werden heute jeweils in den großen Ölförderregionen für Notfälle bereitgehalten, etwa am Golf von Mexiko oder an der brasilianischen Küste. Auch das Management an Bord der Bohrinself wurde im Golf von Mexiko neu geregelt. Fortan muss ein Betriebsleiter alle Tätigkeiten der Subunternehmer auf der Insel beaufsichtigen und verantworten.

Vermutlich aber wird das nicht ausreichen, um künftig Unglücke und Schäden in Höhe von vielen Milliarden Euro zu vermeiden. Tragisch ist, dass Geschädigte wie regionale Fischer oder Touristikunternehmer heute oftmals lange auf Entschädigungen warten müssen, weil die Ölkonzerne und der Staat vor Gericht um die Haftung streiten. Sind zusätzlich durch einen Ölunfall auch Nachbarstaaten betroffen, kommt es zu noch komplizierteren Gerichtsverfahren. Um diese zu vermeiden, wäre eine unbürokratische Haftungsregelung von Vorteil, wie es sie schon für Tankerunfälle gibt. Gemäß einer internationalen Konvention gilt für Tankerunfälle, dass grundsätzlich der Schiffsbetreiber haften und zahlen muss. Übersteigen die Kosten die Versicherungssumme, springt ein internationaler Fonds ein, der schnell und unbürokratisch zahlt. Eine solche Regelung wäre auch für die Offshore-Ölförderung sinnvoll, wird aber von den Ölkonzernen bislang abgelehnt. In die Tankerfonds zahlen die Erdöl importierenden Staaten ein, die die Umlage wiederum von den im jeweiligen Land ansässigen Öl verarbeitenden Industrieunternehmen erhalten.

Generell fragwürdig ist die Ölförderung in politisch instabilen Regionen wie zum Beispiel in einigen westafrikanischen Ländern. Probleme entstehen dadurch, dass die Gewinne aus dem Ölgeschäft ungleich verteilt werden und aufgrund von Korruption nur wenigen zugutekom-

GESAMT-CONCLUSIO

men. Häufig gehen dann gerade die Menschen leer aus, die in den Ölförderregionen leben. In Nigeria zum Beispiel kommt es daher immer wieder zu Konflikten, bei denen bewaffnete Gruppen um die Vorherrschaft im Ölgeschäft kämpfen. Ausgelaufenes Öl aus sabotierten Pipelines und illegal installierten Kleinraffinerien hat dazu geführt, dass weite Teile des Nigerdeltas vergiftet sind. In Angola, der heute wichtigsten Erdölnation südlich der Sahara, gibt es glücklicherweise zwar keine offenen Konflikte, doch werden die Gewinne auch dort ungleich verteilt. In weiten Teilen des Landes sind die Menschen sehr arm. Die Hauptstadt Luanda aber gilt als eine der teuersten Metropolen der Welt.

Eine alternative fossile Energiequelle, die aktuell viel diskutiert wird, sind Methanhydrate. Dabei handelt es sich um feste eisähnliche Verbindungen aus Wasser und dem Erdgasbestandteil Methan. Das für die Bildung der Hydrate erforderliche Methangas steigt aus der Tiefe bis zum Meeresboden auf. Das meiste Methan entsteht in tiefen Sedimentschichten biogen durch bakterielle Zersetzungsprozesse. Ein geringerer Teil stammt aus noch größerer Tiefe und wird im Untergrund durch chemische Umwandlung von Biomasse bei hohen Drücken und Temperaturen thermogen erzeugt. Methanhydrat bildet sich in Wassertiefen von 500 bis 3000 Metern. Dort ist der Wasserdruck ausreichend hoch und das Meerwasser so kalt, dass sich das Methan mit Wasser im Sediment zum Hydrat verfestigen kann. Das Methan ist hier so dicht gepackt, dass 1 Kubikmeter festes Methanhydrat rund 160 Kubikmeter Methangas liefert. Experten schätzen, dass in den Hydraten weltweit 10-mal mehr Gas enthalten ist als in allen konventionellen Lagerstätten. Methanhydrate sind hauptsächlich für Staaten interessant, die heute einen Großteil ihrer Energierohstoffe importieren müssen. Vor allem in Japan und Südkorea sind fossile Brennstoffe teuer, weil sie per Schiff angeliefert werden. Beide Nationen verfügen über große Mengen an Methanhydrat in ihrem Küstengebiet und wollen diese künftig verstärkt nutzen. Noch aber fehlt es an der erforderlichen Technik, um aus Hydraten in großem Stil Methangas zu fördern.

Da Methanhydrate weiches Sediment wie Kitt zusammenhalten, fürchten Kritiker, dass durch den Abbau Kontinentalhänge ins Rutschen geraten und so Tsunamis ausgelöst werden könnten. Wissenschaftler entgegnen, dass

in flachen Gebieten abgebaut wird und die Bohrungen kleinräumig sind, sodass nicht mit großen Hangrutschungen zu rechnen ist. Befürchtet wird heute auch, dass durch die Erwärmung der Meere große Mengen des starken Treibhausgases Methan in der Tiefe frei werden und bis in die Atmosphäre aufsteigen könnten. Auch hier beschwichtigen Forscher: Nach ihren Erkenntnissen liegen 95 Prozent aller weltweiten Vorkommen in Tiefen von mehr als 500 Metern und sind dort für lange Zeit vor einer Erwärmung geschützt.

Für Hochtechnologieanwendungen und moderne elektronische Massenprodukte wie Fotovoltaikanlagen, Motoren von Hybridautos oder Smartphones benötigt man heute eine Fülle von Rohstoffen, beispielsweise Metalle, die aus Erzen gewonnen werden. Auch diese sind am Meeresboden in großen Mengen zu finden. Metalle sind insbesondere in 3 Typen von mineralischen Vorkommen enthalten: in Manganknollen, Kobaltkrusten und Massivsulfiden. Die kartoffel- bis salatkopfgroßen Manganknollen liegen in manchen Meeresgebieten in großer Zahl auf dem Sediment. Sie entstehen, indem sich um kleine Keime am Meeresboden wie zum Beispiel Muschelsplitter in Millionen Jahren Metallverbindungen anlagern, die im Meerwasser enthalten sind. Weltweit gibt es 4 große Manganknollengebiete, von denen das größte, die Clarion-Clipperton-Zone (CCZ) im Pazifik, so groß wie Europa ist. Manganknollen enthalten Mangan, Eisen und viele andere für die Industrie wichtige Metalle. Kobaltkrusten wiederum sind steinharte Beläge, die sich auf Seebergen bilden. Seeberge kommen weltweit in verschiedenen Meeresgebieten vor. Besonders krustenreiche Seeberge finden sich in der Primären Krustenzone (Prime Crust Zone, PCZ) 3000 Kilometer südwestlich von Japan. Die Krustenmenge in der PCZ wird auf rund 7,5 Milliarden Tonnen geschätzt.

Kobaltkrusten entstehen ähnlich wie Manganknollen durch die Ablagerung metallhaltiger chemischer Verbindungen, die im Meerwasser vorkommen. Sie bilden sich an den Flanken der Seeberge. Kobaltkrusten enthalten ebenfalls Mangan und Eisen, außerdem Kobalt und andere Metalle. Massivsulfide wiederum entstehen an heißen untermeerischen Quellen, indem sich metallhaltige Schwefelverbindungen aus der Tiefe um die Quellen ablagern. Die Massivsulfide sind interessant, weil sie hohe

Gold- und Silbergehalte aufweisen. Besonders vielversprechend sind unter anderem die Vorkommen in der Bismarcksee vor Papua-Neuguinea.

Manganknollen, Kobaltkrusten und Massivsulfide sind für die Industrie aus verschiedenen Gründen von Bedeutung. Da viele Metalle heute quasi monopolartig in wenigen Staaten und insbesondere in China abgebaut werden, wollen sich Industrienationen wie Deutschland oder Frankreich, die kaum über eigene Ressourcen verfügen, mit eigenen Claims am Meeresgrund ein Stück weit unabhängiger machen.

Damit sich der Meeresbergbau aber nicht zu einem Wettlauf um die besten Claims auswächst, wird er im Gebiet des internationalen Meeresbodens durch die Internationale Meeresbodenbehörde (International Seabed Authority, ISA) geregelt. Diese UN-Behörde vergibt Erkundungslizenzen und sorgt zudem dafür, dass wertvolle Rohstoffvorkommen für Entwicklungsländer reserviert bleiben. Reglements für den künftigen Abbau werden derzeit erarbeitet und sollen 2016 zunächst für Manganknollen vorliegen. Erst danach kann der Meeresbergbau auf internationalem Terrain beginnen. Bemerkenswert ist, dass der Meeresumweltschutz in den Reglements der ISA eine große Rolle spielt. So müssen in den Abbaugebieten große Bereiche ausgespart bleiben, um den Meeresboden zu schützen. Damit liegen erstmals in der Geschichte klare Spielregeln für die Verteilung eines Rohstoffs und den Umweltschutz vor, ehe der Abbau beginnt. Derzeit gibt es 12 Lizenzen für die Erkundung von Manganknollen in der Clarion-Clipperton-Zone. Für den Indischen Ozean wurde bisher 1 Lizenz vergeben.

Während es für das internationale Gebiet des Meeresbodens also einheitliche und strenge Regeln für den Meeresbergbau gibt, entscheiden in den Einflussgebieten der Küstenstaaten diese allein darüber. Zwar ist jeder Staat nach dem Seerechtsübereinkommen (SRÜ) dazu verpflichtet, die Meeresumwelt zu schützen, doch ist die Verschmutzung von Küstengewässern weiterhin vielerorts gang und gäbe. So wird befürchtet, dass mit dem Meeresbergbau hier neue Umweltprobleme entstehen. Konkret gehen Umweltschützer davon aus, dass durch den großflächigen Abbau insbesondere endemische Arten am Meeresboden stark gefährdet sind. Meeresbiologen fordern daher weitere detaillierte Umweltstudien, um die Gefahren des

Meeresbergbaus besser einschätzen zu können, ehe er beginnt. Doch steht zu befürchten, dass in manchen Gebieten schon vorher Abbaugeräte anrollen.

Abgesehen davon, dass gemäß chemischer Analysen sowieso nur wenige Kobaltkrusten- und Massivsulfidvorkommen so reich an Metallen sind, dass ein Abbau momentan lohnenswert ist, gibt es kritische Stimmen, die sich prinzipiell dagegen aussprechen. Beide Vorkommen bilden feste Strukturen, auf denen sich im Laufe der Zeit artenreiche Lebensgemeinschaften aus feststehenden Organismen wie etwa Schwämmen oder Korallen gebildet haben. Ein großflächiger Abbau ist nach Ansicht von Biologen nur dann zu vertreten, wenn die Unternehmen Bereiche unangetastet lassen, aus denen die abgeernteten Gebiete wiederbesiedelt werden können.

Ob es jemals einen Meeresbergbau in großem Stil geben wird, ist offen. Er wäre zwar teurer als der Bergbau an Land, potentielle Konflikte um die Landnutzung ließen sich aber umgehen. Der Inselstaat Papua-Neuguinea will in den kommenden 2 Jahren zusammen mit einem internationalen Bergbaukonzern gold- und silberhaltige Massivsulfide in seiner 200-Seemeilen-Zone abbauen. Und aller Voraussicht nach wird nach 2016 der Abbau von Manganknollen in der Clarion-Clipperton-Zone beginnen. Doch auch an Land gibt es nach Ansicht der Geowissenschaftler noch viele unentdeckte Lagerstätten, die somit theoretisch den wachsenden Bedarf an mineralischen Rohstoffen auch in Zukunft decken könnten. Am wahrscheinlichsten erscheint daher ein moderater Abbau von mineralischen Rohstoffen im Meer, der bei Bedarf den Abbau an Land ergänzt.

Die weltweite Nachfrage nach fossilen Energieträgern und mineralischen Rohstoffen wird auch künftig nicht ohne Weiteres abnehmen. Sinnvoll erscheint es aber, nicht nur neue Versorgungsquellen zu erschließen, sondern gleichzeitig neue technische Verfahren zur Wiederverwertung von Rohstoffen zu entwickeln. Dazu gehören beispielsweise auch die Schaffung von Sammelinfrastrukturen und die Etablierung von Transportketten auf internationaler Ebene. Eine langfristige Strategie für eine umweltschonende Energie- und Rohstoffgewinnung zum Wohle der kommenden Generationen ist unabdingbar. Wir hoffen, der WOR 3 kann zu der Formulierung solch einer Strategie ein wenig beitragen.