

UGO BARDI

Der geplünderte Planet

Die Zukunft des Menschen
im Zeitalter
schwindender Ressourcen



Ein Bericht an den Club of Rome

Mit einem Vorwort von
Ernst Ulrich von Weizsäcker

 oekom



Verlag | ID: 128-50940-1010-1082

Dieses Buch wurde klimaneutral hergestellt.
CO₂-Emissionen vermeiden, reduzieren, kompensieren –
nach diesem Grundsatz handelt der oekom verlag.
Unvermeidbare Emissionen kompensiert der Verlag
durch Investitionen in ein Gold-Standard-Projekt.
Mehr Informationen finden Sie unter: www.oekom.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2013 oekom

Gesellschaft für ökologische Kommunikation mbH
Waltherstraße 29, 80337 München

Gestaltung und Satz: Reih's Satzstudio, Lohmar

Umschlagabbildung: © Regis Bossu/Sygma/Corbis

Umschlaggestaltung: www.buero-jorge-schmidt.de

Lektorat: Martina Blum (Hauptteil),

Christoph Hirsch/Torsten Merz (Ausblicke), alle oekom verlag

Druck: GGP Media GmbH, Pößneck

Dieses Buch wurde auf FSC®-zertifiziertem Recyclingpapier
und auf Papier aus anderen kontrollierten Quellen gedruckt.
Circleoffset Premium White, geliefert von Igepagroup,
ein Produkt der Arjo Wiggins.

Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany

ISBN 978-3-86581-410-4

e-ISBN 978-3-86581-647-4

FSC-LOGO
DER
DRUCKEREI

Ugo Bardi

Der geplünderte Planet

*Die Zukunft des Menschen
im Zeitalter schwindender Ressourcen*

Aus dem Englischen von
Eva Leipprand (Hauptteil)
Hans Freundl, Thomas Pfeiffer, Werner Roller,
Heike Schlatterer (Ausblicke)

<i>Vorwort von Ernst Ulrich von Weizsäcker</i>	9
--	---

Einführung:

Die Grenzen des Wachstums rücken näher	13
--	----

Kapitel 1

Gaias Gaben: die Herkunft der Bodenschätze

Die Geburt einer neuen Wissenschaft	19
Ein Planet wird geboren	29
Gaia: der lebende Planet	33
Erze: Gaias Gaben	43
Gaias Tod	59

Kapitel 2

Der geplünderte Planet: die Geschichte des Bergbaus

Die lange Geschichte des Bergbaus	63
Die Entstehung des Bergbaus	73
Fossile Brennstoffe und die Geburt des modernen Bergbaus	85
Die kurze Periode der Atomenergie	93
Eine riesige Industrie in permanenter Entwicklung	103

Kapitel 3

Auf Bodenschätze gegründete Weltreiche: Bergbau und Kriege

Eine Welt ohne Geld	109
Die Geburt der Münzwährung	111
Münzprägung als Kriegswaffe	125
Auf Mineralien gegründete Weltreiche	128
Globale Handelsimperien	140
Auf fossilen Brennstoffen gegründete Weltreiche	144

Kapitel 4

Eine Universalmaschine für den Bergbau: Mineralien und Energie

Eine Universalmaschine für den Bergbau	153
Energie und Mineralgewinnung	154
Mineralabbau in den Ozeanen	166
Der Stein der Weisen	177
Mineralabbau im Sonnensystem	180
Ressourcenknappheit ist unausweichlich	189

Kapitel 5

Die Glockenkurve: ein Modell der Knappheit

Brennstoff für Öllampen	191
Die Glockenkurve	193
Modelle für Knappheit	203
Die Tragik der Allmende im Bereich der Mineralien	206
Füchse und Hasen	210
Die Achillesferse der Mineralindustrie	212
Perspektiven der Mineralienknappheit	220

Kapitel 6

Die dunkle Seite des Bergbaus: Umweltverschmutzung und Klimawandel

Wie ich dich liebe, Mary!	225
Abfälle des Bergbaus	228
Abfall, Abfall überall!	241
Schwermetallabfall: Quecksilber und andere Giftstoffe	246
Abfall der Moderne: Treibhausgase	257
Das Anthropozän	268

Kapitel 7

Die Red-Queen-Hypothese: die Zukunft der Zivilisation

Wettlauf nach den Regeln der Roten Königin	271
Substitution	274
Wiederverwertung und Wiederverwendung	281
Anpassung und Effizienz	297
Wie die Zukunft aussehen wird	311

Schlussbetrachtung

Eine mineralische Eschatologie	317
--------------------------------------	-----

<i>Danksagung</i>	320
<i>Anmerkungen</i>	321
<i>Ergänzende deutschsprachige Literatur</i>	346
<i>Bildnachweis</i>	348
<i>Orts- und Sachregister</i>	350

Ausblicke

Es werden keine Gefangenen gemacht: gegenwärtige Trends der Ausbeutung des Planeten	21
<i>Karl Wagner</i>	

Erdöl: der wichtigste Rohstoff der globalen Ökonomie	46
<i>Colin J. Campbell</i>	

Fruchtbarer Boden: eine Grundvoraussetzung für das Überleben der Menschheit	65
<i>Toufic El Asmar</i>	

Das Ende des billigen Urans oder warum Atomenergie in die Sackgasse führt	97
<i>Michael Dittmar</i>	

Money makes the world go around: Gold und Silber als Wertanlage und Zahlungsmittel	116
<i>Luís de Sousa</i>	

Kupfer: geht eine lange Erfolgsgeschichte bald zu Ende?	134
<i>Rui Namorado Rosa</i>	
Platinmetalle und ihre Verwendung in der Automobiltechnologie . .	157
<i>Ugo Bardi & Stefano Caporali</i>	
Volle Fahrt voraus? Lithium und der Einstieg in die Elektromobilität	171
<i>Emilia Suomalainen</i>	
Nickel und Zink: der stete Kampf gegen die Korrosion	181
<i>Philippe Bihouix</i>	
Das Hubbert-Modell als Prognoseinstrument für die Entwicklung der Rohstoffreserven der Welt	194
<i>Marco Pagani & Stefano Caporali</i>	
Phosphor: brauchen wir einen Paradigmenwechsel?	215
<i>Patrick Déry</i>	
Peak Coal oder warum Kohle keine Lösung ist	233
<i>Werner Zittel & Jörg Schindler</i>	
Erdgas und unkonventionelle Rohstoffe: können wir das Hubbert-Modell überlisten?	250
<i>Ugo Bardi</i>	
Auf Kosten der Umwelt: mit Fracking die letzten Reserven erschließen	261
<i>Ian T. Dunlop</i>	
Seltene Erden im Elektroschrott: die Nadel im Heuhaufen recyceln	286
<i>Rolf Jakobi</i>	
Suffizienz und Wertstoffrückgewinnung statt Rohstoffverschwendung	301
<i>Jutta Gutberlet</i>	

Vorwort

von Ernst Ulrich von Weizsäcker,
Co-Präsident des Club of Rome

Ugo Bardi gibt einen faszinierenden Einblick in die geologische Geschichte unseres einzigartigen Planeten. Wir erschauern angesichts der Kräfte, die hier am Werk sind und die tektonischen Platten bewegen. Es ist diesem »Tanz der Platten« zu verdanken, dass sich bestimmte Stoffe in der Erdkruste anreichern, und es sind diese Bereiche, welche die Verfügbarkeit von Metallen, fossilen Brennstoffen und anderen chemischen Elementen und Verbindungen bestimmen.

Vor diesem geologischen Hintergrund müssen wir unseren Umgang mit den begrenzten Schätzen unseres Planeten betrachten. In der Frühzeit der Menschheitsgeschichte erschienen sie uns wohl noch endlos – limitiert waren eher die Möglichkeiten des Menschen, ihrer habhaft zu werden. Man kann unsere Geschichte auch als eine Geschichte der zunehmenden Fähigkeit der Ressourcenaneignung beschreiben, in deren Verlauf es dem Menschen gelungen ist, seinen Wohlstand stetig zu mehren.

Nach vielen Jahrhunderten der immer erfolgreicherer Suche und Ausbeutung sind wir nun an einem Punkt angelangt, an dem wir uns mäßigen müssen – denn die Ressourcen sind am Ende doch nicht unendlich.

Ein Meilenstein in dieser Debatte war der erste Bericht an den Club of Rome, *Die Grenzen des Wachstums*, aus dem Jahre 1972. Er präsentierte eine Reihe von Szenarien der Entwicklung der Menschheit bis zum Jahr 2100. Es war der erste Versuch, quantitative Aussagen darüber zu treffen, was eine Industriegesellschaft erwartet, wenn die Verfügbarkeit der mineralischen Ressourcen stetig abnimmt.

Bereits in den *Grenzen des Wachstums* wurde klar formuliert, dass uns die Mineralien und Stoffe in naher Zukunft nicht »ausgehen« werden; aber der Bericht erkannte auch, dass es mit immer höheren Kosten verbunden sein würde, sie zu gewinnen. Auch der Energiebedarf ist in den letzten Jahrzehnten drastisch angestiegen, seit wir gezwungen sind, Erze abzubauen, die immer niedrigere Stoffkonzentrationen aufweisen. Die Anzeichen verdichten sich, dass es letztlich wohl die Energie und ihre Verfügbarkeit sein wird, die uns Grenzen setzt.

Fossile Brennstoffe (Kohle, Erdöl und Erdgas) sind mineralische Ressourcen organischer Herkunft; in ihnen steckt Energie, die es uns wiederum erlaubt, anorganische Stoffe zu gewinnen. Die fossilen Energieträger waren in den letzten zwei Jahrhunderten unsere hauptsächliche Energiequelle; ihnen verdanken wir die Industrielle Revolution und den Aufstieg unserer modernen Gesellschaft.

Der gesunde Menschenverstand sagt uns nun, dass wir beginnen müssen, ein nachhaltiges Ressourcenmanagement zu etablieren. Hierzu gehört die Abkehr von den fossilen Energieträgern und der Einstieg in die »Erneuerbaren«, aber auch die Entkopplung von Wachstum und Ressourcenverbrauch. Wir täten gut daran, uns vom aktuellen Hype um die Ausbeutung von Schiefergas, Schieferöl und Teersanden nicht blenden zu lassen. Diese unkonventionellen Energierohstoffe mögen uns einen Aufschub von vielleicht 30 Jahren gewähren, aber sie verschärfen das Problem des Klimawandels, zementieren den Status quo und machen es damit immer schwerer, uns von nicht nachhaltigen Strukturen und Verhaltensweisen zu lösen.

In diesem Bericht an den Club of Rome hat Ugo Bardi einen detaillierten Blick in die Geschichte, die Gegenwart und die Zukunft des Bergbaus und der Ressourcenaneignung geworfen. Er stellt klar heraus, dass uns keine der zahlreichen mineralischen Ressourcen, die wir tagtäglich aus der Erde holen und die für das Funktionieren unserer Gesellschaft unerlässlich sind, in absehbarer Zeit ausgehen wird. Aber er stellt ebenso deutlich heraus, dass die Zeit billiger Rohstoffe bald vorbei sein wird. Die Existenz großer, leicht ausbeutbarer Vorkommen gehört der Vergangenheit an; zurückgeblieben sind Lagerstätten mit geringen Gehalten an Metall, Öl oder Gas. Ihre Ausbeutung verursacht nicht nur höhere Kosten und verbraucht mehr Energie, sie produziert auch mehr Abraum und führt zu einer höheren Belastung der Umwelt.

In diesem Sinne verstehe ich das Buch als eine wichtige Fortschreibung der *Grenzen des Wachstums*; es mahnt uns, sie zu respektieren, und fordert uns auf, eine nachhaltige Gesellschaft zu etablieren.

Übertragen aus dem Englischen

Diese Publikation ist ein »Bericht an den Club of Rome«

Das Buch *Der geplünderte Planet* ist der 33. »Bericht an den Club of Rome«. Das Executive Committee des Club of Rome vergibt diese Auszeichnung, wenn es zu dem Ergebnis kommt, dass eine Publikation einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis der *World Problematique* liefert, den vielfach miteinander verwobenen Problemen, mit denen die Menschheit konfrontiert ist. Der erste Bericht an den Club wurde 1972 unter dem Titel *Die Grenzen des Wachstums* veröffentlicht.

Der Club of Rome wurde 1968 als ein Zusammenschluss unabhängiger Denker aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft gegründet. Er hat derzeit etwa 150 Mitglieder, sein Hauptsitz ist in Winterthur, Schweiz; in mehr als 30 weiteren Ländern gibt es nationale Vertretungen. Eine wichtige Aufgabe dieser Vertretungen ist es, bei nationalen Agenda-Prozessen mitzuwirken.

Gemeinsam sind seinen Mitgliedern die Sorge um die Zukunft der Menschheit und ihres Planeten sowie die Benennung der Grundursachen der Systemkrise. Der Club of Rome setzt sich ein für einen umfassenden Wertewandel als Grundvoraussetzung für eine andere Art zu wirtschaften und eine Schonung der Ressourcen; für eine gerechtere Gesellschaft, die allen eine Chance auf Arbeit offeriert; für ein politisches System, das den Menschen in den Mittelpunkt stellt. Ein solcher ganzheitlicher Ansatz ist heute nötiger denn je.

Der Club of Rome verfolgt seine Ziele durch wissenschaftliche Analyse, Kommunikation, die Bildung von Netzwerken sowie eine intensive Zusammenarbeit mit einer Vielzahl unterschiedlicher Partner. Er veröffentlicht Bücher, Diskussionspapiere und Dossiers und organisiert Konferenzen, Webinare, Vorträge sowie hochrangige Tagungen und Veranstaltungen. Entscheidungsträger im öffentlichen und privaten Sektor werden mit wichtigen Erkenntnissen konfrontiert, um Denkblockaden zu lösen und neue Wege zu gehen.

Mit *Der geplünderte Planet* präsentiert Ugo Bardi den momentanen Kenntnisstand über den Raubbau und die Erschöpfung der Ressourcen unseres Planeten; die facettenreiche und fundierte Darstellung wird die aktuelle Debatte bereichern und voranbringen. Der Bevölkerungsanstieg und die Ressourcennutzung innerhalb der Grenzen eines endlichen Planeten waren seit der Gründung des Club of Rome im Jahre 1968 immer zentrale Aspekte.

Zwei bedeutende Berichte der jüngeren Vergangenheit ergänzen diese wichtige Debatte: *Faktor Fünf* von Ernst Ulrich von Weizsäcker und Gunter Paulis *Blue Economy*. *Faktor Fünf* zeigt, wie sich die Ressourcenproduktivität in den kommenden Jahrzehnten durch gezielte Maßnahmen um 80 Prozent steigern lässt; *Blue Economy* präsentiert Geschäftsmodelle, mit deren Hilfe es möglich ist, aus dem Ideenreichtum der Natur nachhaltigen Wohlstand zu schaffen.

FÜR MEINEN SOHN FRANCESCO,
DEN GEOLOGEN

EINFÜHRUNG

Die Grenzen des Wachstums rücken näher

Die große Geschichte des Bergbaus nahm ihren Anfang vor Zehntausenden von Jahren, als unsere fernen Vorfahren erstmals Löcher in die Erde gruben, um werkzeugtaugliche Steine zu finden. Das war der bescheidene Auftakt einer Revolution, aus der die moderne Bergbauindustrie hervorging, eine Industrie, die heute Milliarden von Tonnen Material abbaut und verarbeitet. Es ist dieser gigantische Zufluss an Mineralrohstoffen, der der weltweiten Industriewirtschaft die Energie und die lebenswichtigen Ressourcen liefert, die sie braucht, um auch weiterhin Güter und Dienstleistungen zu produzieren.

Doch während die Ausplünderung der Erde fortschreitet, ist immer häufiger die Befürchtung zu hören, die Bodenschätze könnten uns »ausgehen«. Ängste dieser Art wurden immer wieder als Kassandrarufoe verlacht. Und doch dürfen wir nicht vergessen, dass die Erde ein endlicher Planet ist, und auch die Adern sind endlich, die Erze und die Flöze, aus denen wir die Mineralien gewinnen. Die Frage, wie lange diese Vorräte wohl noch reichen werden, ist also durchaus berechtigt. Und ebenso berechtigt ist die Frage, wie sich deren allmähliche Erschöpfung auf die Wirtschaft auswirken wird – und zwar schon lange bevor der jeweilige Stoff definitiv nicht mehr zur Verfügung steht. Und mit noch viel mehr Recht darf man fragen, welche Folgen es haben wird, wenn wir die abgebauten Rohstoffe über das ganze Ökosystem verteilen; es geht also um die Folgen dessen, was wir als »Umweltverschmutzung« definieren. Viele dieser Materialien sind für den Menschen giftig und der Abbau fossiler Kohlenwasserstoffe führt im letzten Ergebnis zu Kohlendioxid (CO₂), das sich auf das gesamte Ökosystem negativ auswirkt und das Erdklima unwiderruflich verändert.

Eine der ersten Studien, die diese Probleme zu analysieren und zu quantifizieren versuchten, erschien 1972 unter dem Titel *Grenzen des Wachstums*¹. Sie wurde vom Club of Rome gefördert, einer Denkfabrik von Intellektuellen, die sich über die Zukunft der Erde Gedanken machten. Durchgeführt wurde sie von einer Forschergruppe am Massachusetts Institute of Technology. Von Anfang an war die Studie mit dem Ziel konzipiert, ein Gesamtbild zu erstellen und nicht einfach nur die grob vereinfachende Vorstellung von den »zur Neige gehenden Ressourcen« zu behandeln. Da man die besten Computer der damaligen Zeit zur Verfügung hatte, konnte die Studie *Grenzen des Wachs-*

tums die Interaktion verschiedener Parameter des Weltwirtschaftssystems berücksichtigen und Szenarien für die mögliche Entwicklung des Systems bis zum Ende des 21. Jahrhunderts entwerfen. Die steigenden Kosten bei der Ressourcenförderung und beim Kampf gegen die durch die industriellen Prozesse entstehende Umweltverschmutzung waren in der Studie einkalkuliert. Die Ergebnisse ließen für Optimismus wenig Raum. Die Kombination aus Ressourcenverknappung und Schäden, die aus der Umweltverschmutzung herrührten, würde irgendwann in nicht allzu ferner Zukunft mit Sicherheit das Wirtschaftswachstum zum Stillstand bringen und einen unumkehrbaren Niedergang des industriellen wie auch des agrarwirtschaftlichen Systems bewirken. Das »Basisfall«-Szenario, das von den zuverlässigsten Daten ausging, die man seinerzeit zur Verfügung hatte, ließ den Beginn des Niedergangs zu einem Zeitpunkt in den ersten Jahrzehnten des 21. Jahrhunderts erwarten. Weitere Szenarien, die auf anderen Einschätzungen der Eingabeparameter beruhten, errechneten den Niedergang für einen späteren Zeitpunkt; vermeidbar erschien er aber auch hier nicht. Allein ein radikaler Wandel in der Organisation der Weltwirtschaft könnte, so die Studie, den Niedergang verhindern und das Wirtschaftssystem langfristig stabilisieren. Um dieses Ziel zu erreichen, empfahlen die Autoren Maßnahmen wie die Begrenzung des industriellen Wachstums und des Abbaus von Mineralressourcen. Empfohlen wurden auch nachhaltige Verfahren in Industrie und Landwirtschaft sowie geeignete Maßnahmen zur Begrenzung des Bevölkerungswachstums.

Es ist unnötig zu erwähnen, dass keine dieser Maßnahmen je in die Praxis umgesetzt wurde. Die Geschichte der *Grenzen des Wachstums* ist nicht nur die Geschichte einer wissenschaftlichen Untersuchung; sie erzählt auch davon, wie schwer es unserer Gesellschaft fällt, Zukunftsplanungen zu entwickeln. Die Veröffentlichung des Buchs im Jahr 1972 trat eine hitzige Debatte los, die im Lauf der Jahre in eine regelrechte Schmutzkampagne ausartete. Dadurch wurden die Glaubwürdigkeit der Studie und der Ruf der Autoren unterminiert. Am Ende war die Öffentlichkeit überzeugt, dass die Studie *Grenzen des Wachstums* nichts weiter als eine Reihe falscher Vorhersagen war und ihre Verfasser eine Gruppe verblendeter, womöglich halbirter Wissenschaftler, die geglaubt hatten, uns würden demnächst sämtliche Bodenschätze nicht mehr zur Verfügung stehen.

Das war aber nicht richtig. Keines der in der Studie *Grenzen des Wachstums* entwickelten Zukunftsszenarien sagte voraus, dass der Menschheit vor dem Ende des 21. Jahrhunderts irgendetwas »ausgehen« würde. Die Szenarien basierten vielmehr auf der einleuchtenden Überlegung, dass fortschreitende Verknappung zwangsläufig eine Erhöhung der Förderkosten bewirken müsse, während die Anhäufung von Abfällen die Kosten im Kampf gegen die Umweltverschmutzung in die Höhe treiben würde. Aus eben diesen Kosten-

steigerungen, und nicht aus der simplifizierenden Vorstellung vom »Ausgehen« der Bodenschätze, entwickeln die in der Studie verwendeten Modelle die »Grenzen des Wachstums«. Die *Grenzen des Wachstums* wie auch die Folgeberichte von 1982 und 2004 wurden durch spätere Studien^{2,3} überprüft und bestätigt und man hat nachgewiesen, dass der Kurvenverlauf der weltwirtschaftlichen Parameter bis heute dem Basismodell doch recht eng gefolgt ist⁴.

Die Studie hatte sich nie zum Ziel gesetzt, den genauen Zeitpunkt für den Beginn des Niedergangs festzulegen. Deshalb geht es gar nicht um die Frage, ob eines der konkreten Szenarien diesen Punkt korrekt angesetzt hat. Es kann aber sehr wohl sein, dass das Basisszenarium der Studie in seiner Einschätzung richtig lag, dass nämlich die Kombination von Verschmutzung und Verknappung sich in den ersten beiden Jahrzehnten des 21. Jahrhunderts allmählich als Hemmschuh für das Wirtschaftswachstum erweisen würde. Das könnte eine Erklärung für die Verwerfungen sein, die wir heute in der Weltwirtschaft beobachten. Angesichts dieser Situation war es mit Sicherheit nicht besonders klug, die Durchführung systemischer Studien zur Entwicklung der globalen Industrie als eine Funktion der Ressourcenknappheit abzubauen und aufzugeben, wie dies in der Welle des Optimismus der 1990er Jahre geschah, als die Mehrheit der Menschen vorübergehend überzeugt zu sein schien, das Internet werde uns eine immerwährende Ära unbegrenzten Wohlstands bringen.

Heute ist das Interesse am Thema Ressourcenknappheit neu erwacht; es sind zahlreiche einschlägige Bücher und Artikel erschienen^{5–11}. Einige dieser Studien kommen zu dem Schluss, dass wir uns in der Tat einem Punkt nähern, an dem die fortschreitende Erschöpfung billiger Bodenschätze zu einem wichtigen Begrenzungsfaktor für das Wachstum der Wirtschaft geworden ist, ja die Aufrechterhaltung des gegenwärtigen Niveaus der Wirtschaftsleistung in Frage stellt. Das Problem der schwindenden Bodenschätze ist umso gravierender, als es parallel mit der beschleunigten Zerstörung der Ökosysteme auftritt, die sich derzeit vor allem in Form des Klimawandels zeigt. Die Temperaturen steigen weltweit an, dazu treten eine Menge weiterer Probleme auf, wie die Versauerung der Meere, Dürren, der Verlust an Biodiversität oder die Verschärfung von Extremwetterereignissen, um nur einige, hinlänglich bekannte Aspekte zu nennen. Bei diesen Phänomenen besteht das Problem nicht allein darin, dass uns etwas ausgeht oder dass wir die globale Erwärmung abmildern müssen. Diese Symptome sind nichts weiter als der sichtbare Ausdruck der vollständigen Umwandlung des gesamten Ökosystems Erde, verursacht durch das Eingreifen des Menschen. So wird der Aufruf zum Handeln, den die Studie *Grenzen des Wachstums* schon im Jahr 1972 an uns alle gerichtet hat, zunehmend dringlicher. Wir müssen der Zerstörung des Ökosystems und dem Schwinden der Mineralvorräte

mit höherer Effizienz in allen Bereichen der Industrie begegnen – mit dem verstärkten Einsatz erneuerbarer Ressourcen und mit der Entwicklung effizienter Recyclingprozesse, um die Lebensdauer der verbleibenden Ressourcen zu verlängern (vgl. die Beiträge von Jakobi, S. 286 ff. und Gutberlet, S. 301 ff.). Will man diese Probleme wirksam bekämpfen, braucht man eine funktionierende Wirtschaft, die für den Ersatz von fossilen Brennstoffen durch nicht kohlenstoffbasierte Ressourcen, für Minderungsmaßnahmen und eventuell auch für gewisse, risikoarme Formen eines »Geo-Engineering« die notwendigen finanziellen Überschüsse zur Verfügung stellen kann. Nur so können wir uns der doppelten Herausforderung von Ressourcenverknappung und Klimawandel stellen, mit der sich die Menschheit in den kommenden Jahren auseinandersetzen muss.

Das vorliegende Buch gibt einen Überblick über die Idee des Rohstoffabbaus im Kontext der Erdsystemwissenschaft und im Zusammenhang mit ihren Auswirkungen auf Wirtschaft und Ökosystem. Es stützt sich auf die Sachkenntnis, die der Hauptautor, Ugo Bardi, mit seinem früheren Werk *La Terra Svuotata* (Editori Riuniti, 2011), das sich mit dem gleichen Thema befasst, gewonnen hat. Es handelt sich hier aber nicht um eine Übersetzung des ursprünglichen Buchs, sondern um einen neu verfassten Text, der beim Thema Mineralverknappung mehr in die Tiefe geht und die Verknüpfung von Mineralabbau mit Umweltverschmutzung und Klimawandel expliziter und detaillierter herausarbeitet.

Die Aufgabe des Buchs besteht nicht darin, für bestimmte Mineralressourcen detaillierte Vorhersagen zu treffen; vielmehr wird eine globale Sicht auf die vielen Fragen angestrebt, die mit dem Prinzip des Ressourcenabbaus und seiner Auswirkung auf das Ökosystem verbunden sind. Untersucht wird die große Periode des Bergbaus, die vor Zehntausenden von Jahren begann und heute Symptome aufweist, die auf einen Prozess des Niedergangs hindeuten. Das Buch erzählt die Geschichte des Bergbaus bis zum heutigen Tag und gibt einen Überblick über die Prozesse der Frühzeit, in deren Verlauf die Bodenschätze, die wir heute noch abbauen, entstanden sind. Es stellt die Frage, was uns denn überhaupt noch übrig bleibt für einen Abbau unter vernünftigen Bedingungen, und schildert die dynamischen Prozesse, die aller Wahrscheinlichkeit nach dazu führen werden, dass die Wirtschaft in Zukunft immer weniger Material zur Verfügung haben wird. Es umreißt die Konsequenzen für das Ökosystem, die sich aus der Verteilung von großen Mengen an Mineralien und Schutt aus dem Abbauprozess ergeben. Und schließlich versucht das Buch, eine Strategie zu entwerfen, zum Erhalt einer Gesellschaft, die, was den Energiefluss und erwirtschafteten Überschuss betrifft, mit der heutigen vergleichbar ist – wohl wissend, dass uns der bisher so selbstverständliche Vorrat an billigen Mineralrohstoffen dann nicht mehr zur Verfügung stehen wird.

Die Aufgabe, die Zukunft bestimmter Ressourcen zu untersuchen, wird von einer Gruppe von Experten in ihren Beiträgen übernommen. In diesen Ausblicken geht es darum, die Situation anhand einiger zentraler relevanter Rohstoffe zu beleuchten. Darüber liefern sie Einblicke in einige mit Ressourcenmanagement verknüpften Probleme, welche die Autorinnen und Autoren in der aktuellen Situation für besonders signifikant hielten. Bei der Konzeption wurde nicht der Versuch unternommen, *alle* die Mineralressourcen, die zurzeit in der Weltwirtschaft auf dem Markt sind, abzudecken. In einer jährlich aktualisierten Erhebung listet der United States Geological Survey 88 solche Ressourcen auf und es macht keinen Sinn, wenn es hier zwischen beiden Arbeiten zu Überschneidungen kommt. Stattdessen haben wir Themen ausgewählt, die von Relevanz zu sein scheinen, entweder was die besondere Bedeutung der untersuchten Ressourcen betraf (zum Beispiel der fossilen Brennstoffe) oder auch für den Zugang zu Themen, die für umfassende Veränderungen verantwortlich sind, welche sich gerade in der Weltwirtschaft vollziehen (zum Beispiel partizipatorische nachhaltige Abfallwirtschaft). Die Autorinnen und Autoren wurden also gebeten, sich um eine langfristige Perspektive zu bemühen und auf weltweite Trends zu konzentrieren, den Akzent also nicht auf kurzfristig schwankende Dinge wie etwa die Preise der wichtigsten Rohstoffe zu setzen. Dabei ist eine Reihe von sechzehn Ausblicken herausgekommen, die zu verschiedenen Aspekten der heutigen Mineralindustrie und zu den möglichen Zukunftstrends ein richtiges Bergwerk (um im Bild zu bleiben) an Informationen liefern. Vorhersagen sind immer schwierig, vor allem wenn sie die Zukunft betreffen. Insofern sind die Ausblicke nicht als Prognosen zu betrachten, sondern als Hinweise auf das, was kommen wird.



Früher wurde die Unterwelt oft als ein Ort der Strafe und des Leidens interpretiert, wie hier in Dante Alighieris Vision aus der »Göttlichen Komödie« illustriert von Gustav Doré. Das Bild zeigt Cerberus, den Höllenhund.

KAPITEL 1

Gaias Gaben: die Herkunft der Bodenschätze

Die Geburt einer neuen Wissenschaft

Für unsere fernen Vorfahren müssen die Tiefen der Erde eine Quelle großer Faszination gewesen sein. Da gab es Vulkane, Erdbeben, Geysire, heiße Quellen und anderes mehr und all dies war Ausdruck der im Untergrund herrschenden Mächte. Die Erde bewegte sich ganz offensichtlich, sie bebte und sie spuckte Gase und Dämpfe aus; irgendwie musste sie »lebendig« sein. Aber was genau war die Quelle dieser Macht? Da unsere Vorfahren keine Werkzeuge hatten, um bis in nennenswerte Tiefe zu graben, konnten sie sich von dieser Unterwelt überhaupt keine Vorstellung machen, mit Ausnahme dessen, was sie bei der Erkundung natürlicher Höhlen beobachteten. Diese Vorstöße ins Erdreich haben mit Sicherheit ihre Vorstellungskraft angeregt. Wie wir wissen, wurden seit dem Jungpaläolithikum Höhlen für Rituale genutzt und mit jenen Jagdszenen ausgeschmückt, die wir noch heute bewundern können.

Mit dem Aufkommen der Agrargesellschaften wurde die Unterwelt Teil des weltweiten mythologischen Pantheons der Götter. Oft vermuteten unsere Vorfahren dort den Sitz unermesslicher Kräfte. Man denke an die im Mittelmeerraum beheimatete Sage von der Chimäre¹², einem mythischen feuerspeienden Monster, das die Gewalt eines Vulkans dargestellt haben soll. In Ermangelung von Fakten mussten die Menschen der damaligen Zeit ihre Vorstellungskraft zu Hilfe nehmen. Der erste schriftliche Bericht über eine Fantasiereise in die Unterwelt stammt aus dem dritten Jahrtausend vor unserer Zeitrechnung und erzählt die Geschichte, wie Inanna, die sumerische Gottheit der Fruchtbarkeit, einer dunklen, von Ungeheuern, Dämonen und feindseligen Gottheiten bevölkerten Höhlenwelt einen Besuch abstattete. In solchen Erzählungen begegnen wir häufig der Vorstellung, die Seele des Toten würde nach dem Begräbnis irgendwie überleben und auf immer und ewig durch die finsternen Landschaften der Tiefe wandeln. So lesen wir in einer frühen Geschichte aus Mesopotamien, wie die Toten drunten in der

Tiefe hausen »und Ton essen und Staub trinken«¹³. In der Sage des Orpheus versucht der Held vergeblich, seine Geliebte aus der Unterwelt zurückzuholen – ein auch in vielen anderen Mythen wiederkehrendes Thema. Jahrtausende später – im 14. Jahrhundert – schilderte Dante Alighieri in seiner »Göttlichen Komödie« die Unterwelt immer noch als einen Ort, wo die Seelen der Toten hausen, zur ewigen Strafe für die Sünden, die sie im Leben begangen haben.

Von den Mythen abgesehen, gab es schon in den alten Zeiten ganz praktische Gründe dafür, dass man sich für die Unterwelt interessierte. Die Menschen der Steinzeit wussten sehr wohl, dass Stein nicht gleich Stein war; manche konnte man als Werkzeug verwenden, andere für die Malerei, wieder andere zum Feueranzünden und so weiter. Aber die Vielfalt der vorgefundenen Steine ging noch weit über den praktischen Gebrauch hinaus. Manche hatten die Gestalt von »Kristallen«, sie waren Gebilde von regelmäßiger geometrischer Form und spektakulärem Aussehen, oft durchscheinend und in leuchtenden Farben funkelnd. Einige unter ihnen wurden »Edelsteine« getauft, was ihren Wert gleichsam festschrieb. Manche kamen als glänzende Brocken – »Nuggets« – im Sand von Flussbetten zum Vorschein, wie Kupfer, Silber und Gold. Es dauert nicht lange und man fand heraus, dass man diese Metalle in unterschiedliche Formen bringen konnte, um Werkzeuge oder kunstvollen Schmuck herzustellen. Später entdeckte man, dass sich gewisse Steine durch Erhitzen bei hohen Temperaturen in etwas völlig anderes verwandeln ließen. Mit Sicherheit ergaben sich daraus Fragen zur Entstehung der Mineralien, doch brauchbare Antworten konnte man in der Frühzeit der Bergbaugeschichte noch keine finden.

Im Lauf der Zeit sammelte sich immer mehr Wissen über die Beschaffenheit der Unterwelt an. Erste Theorien über die Entstehung der Mineralien wurden entwickelt. Antike Autoren wie Theophrast und Plinius der Ältere schrieben ausführlich über die Eigenschaften der zu ihrer Zeit bekannten Mineralien. Wenn es aber galt, ihre Entstehung zu erklären, so waren sie ratlos. Die über lange Zeit vorherrschende Lehrmeinung stützte sich auf das Werk des griechischen Philosophen Aristoteles. Sie ging von der Vorstellung aus, dass sie durch einen Erstarrungsprozess gasförmiger Ausdünstungen aus den Tiefen der Erde entstanden seien. Nach dieser Auffassung wuchsen Minerale im Lauf der Zeit genauso wie Lebewesen. So konnte es also durchaus geschehen, dass Mineralien sich an den Stellen, wo man sie abgebaut hatte, von Neuem bildeten, so wie auch Pflanzen nach der Ernte von Neuem wuchsen. Die Vorstellung, dass der Abbau von Mineralien ein irreversibler Prozess ist, kannte die Antike nicht, auch wenn man feststellte, dass das Erz in einzelnen Minen tendenziell zur Neige ging.

Die wissenschaftliche Beschäftigung mit der Entstehung der Mineralien begann mit Georg Bauer, der unter dem Pseudonym »Agricola« im Jahr 1556

sein Werk *De re metallica* verfasste. Die Abhandlung war ein Meilenstein in der Wissenschaft der Mineralogie und machte ein für alle Mal Schluss mit der Vorstellung, Mineralien seien Lebewesen. Bauers Werk wurde fortgeführt und ausgeweitet von Pionieren wie Steno (1666–1677), Buffon (1707–1788), Hutton (1726–1797) und vielen anderen, die die Grundlage für die Vorgehensweise der modernen Geologie legten. Die Geologen hatten das Problem, dass sie mit ihrer Behauptung, die Erde sei viel älter als in der Bibel angegeben, auf hartnäckigen Widerstand stießen. Galilei musste sich nur gegen eine einzige Zeile aus der Genesis zur Wehr setzen, in der es hieß: »Den Erdkreis hat er gegründet, sodass er nicht wankt.« Die Geologen aber hatten gegen die Heilige Schrift als Ganzes zu kämpfen. Denn dort stand geschrieben, dass die Erde vor etwa 4.000 Jahren in sechs Tagen erschaffen worden sei und sich seitdem nicht verändert habe. Bis heute halten viele Leute an der wörtlichen Deutung der biblischen Schöpfungsgeschichte fest, auch wenn die Geologie mittlerweile bewiesen hat, dass die Erde Milliarden von Jahren alt ist und nicht in sieben Tagen erschaffen wurde.

Es werden keine Gefangenen gemacht: gegenwärtige Trends der Ausbeutung des Planeten

Karl Wagner

Wir leben und wirtschaften, als gäbe es irgendwo in den Weiten des Weltalls eine zweite Erde. Der Rohstoffabbau hat mittlerweile gewaltige Dimensionen erreicht: Berge werden abgetragen, ganze Landschaften irreversibel verändert und zerstört. Politik und Industrie haben in vielen Fällen eine unheilige Allianz geschmiedet, um den Abbau in die entlegensten Winkel dieser Welt voranzutreiben. Dieser Ausblick zieht Bilanz und präsentiert Ansätze zur Rettung unseres Planeten vor einem weiteren Raubbau.

Die Entwicklung der Bergbauindustrie wird getrieben durch ein Finanzsystem, in dem nur der monetäre Profit zählt, und eine kompromisslose industrielle Politik, in der nur die eigenen Zielsetzungen von Bedeutung sind, frei nach der Devise: »Es werden keine Gefangenen gemacht.« Alle damit verbundenen Befürchtungen über mögliche Auswirkungen auf die Umwelt oder die menschliche Gesundheit werden ignoriert oder der nur unzureichend definierten Kategorie »externe Kosten« zugeschlagen.

Doch Menschen sorgen sich auch um den Ort, an dem sie leben, um ihre Gesundheit und die Gesundheit und das Wohlergehen ihrer Nachbarn. Aus diesem Grunde gibt es politische Organisationen und Einrichtungen formeller und informeller Art, die sich bemühen, die Schäden zu begrenzen, die die Bergbauindustrie verursacht. Der Widerstand gegen den Abbau von Rohstoffen äußert sich bisweilen in öffentlichen Protesten, manchmal auch in Form von Gesetzen, die auf eine Regulierung des Bergbaus zielen. Da sich der Bergbau in immer größeren Dimensionen entfaltet und immer riskantere Aktivitäten unternimmt, werden internationale Bemühungen zur Kontrolle des Ausmaßes und der Folgen des Bergbaus zunehmend dringlicher.

Eine neue Dimension des Bergbaus

Bis in die jüngste Zeit war der Bergbau eine räumlich konzentrierte Tätigkeit, die sich zum größten Teil – aber nicht ausschließlich – unterirdisch vollzog. Große Kohletagebaustätten in Deutschland oder ausgedehnte Tagebauanlagen zur Metallförderung in den USA, Südafrika oder Chile hinterlassen riesige Narben in der Oberfläche der Erde.

In der größten gegenwärtig in Betrieb befindlichen Tagebauminen, der Bingham Canyon Mine in Utah, USA, wurde für die Kupferförderung ein 1,2 Kilometer tiefes und rund 2,5 Kilometer weites Loch gegraben, das eine Fläche von 7,7 Quadratkilometer umfasst. Der größte Kohletagebau in Deutschland, die Mine in Hambach bei Köln, erstreckt sich über eine Fläche von 30 Quadratkilometern (die auf 85 Quadratkilometer erweitert werden soll); hier werden jährlich 40 Millionen Tonnen Kohle gefördert, wobei schätzungsweise 250 bis 300 Millionen Tonnen Abraum anfallen.¹

Die Namdeb-Holding, Betreiber der größten Diamantenmine der Welt in Namibia, wühlt auf einem 130 Kilometer langen Küstenstreifen nördlich des Orange River den Sand um. Es besteht zudem die Tendenz, Minen in Küstengewässer zu verlegen. Namco, ein weiteres großes Bergbauunternehmen in Namibia (das kürzlich seine Zahlungsunfähigkeit erklärte), besitzt die exklusiven Prospektionsrechte für fünf im Meer liegende Konzessionsgebiete mit einer Gesamtfläche von 5.600 Quadratkilometern vor den Westküsten von Namibia (in der Lüderitz- und der Hottentotsbucht) und Südafrika.¹¹

Diese großflächigen, aber dennoch punktuellen Narben sind jedoch marginale Schäden im Vergleich zu denen, die uns nun drohen, nachdem der Bergbau und Abbau von Erzen, Metallen und fossilen Brennstoffen in eine neue Phase eingetreten ist: eine Phase groß angeleg-

ter Ausbeutung mineralischer Lagerstätten, die nicht nur mit dem Makel großflächiger Zerstörung von Landschaften verbunden ist, sondern auch mit der enorm gestiegenen Gefahr einer massiven und dauerhaften Umweltverschmutzung, die die Natur, die Tierwelt und den Menschen schädigt. Zudem bindet diese neue Ausbeutungswelle die Menschheit für Jahrzehnte an eine von fossilen Energieträgern bestimmte Wirtschaft.

»Mountaintop removal mining« bedeutet, dass Bergkuppen gesprengt und abgetragen werden, um Zugang zu Kohleflözen zu erhalten. Der Abraum, der durch diese Maßnahmen entsteht, wird in Täler geschüttet, wodurch die dortigen Ökosysteme massiv beeinträchtigt und zerstört werden. In den amerikanischen Appalachen (in den Bundesstaaten Virginia, Kentucky und Tennessee) wurden Flussökosysteme auf einer Länge von 1.900 Kilometern zerstört. Durch die Abtragung von Bergkuppen droht bis 2020 einer Waldfläche von 5.600 Quadratkilometern die Vernichtung^{III} – das ist mehr als die doppelte Fläche des Saarlands. Noch gravierender sind die Auswirkungen der Ausbeutung von Ölsanden. Die enormen Vorkommen in der kanadischen Provinz Alberta erstrecken sich über ein Gebiet von 149.000 Quadratkilometern (zum Vergleich: Österreich hat nur rund 83.000 km²). Von den in dieser Lagerstätte vorhandenen 1,7 Billionen Barrel Öläquivalent sind Schätzungen zufolge allerdings nur 174 Milliarden Barrel mit der heutigen Technologie wirtschaftlich förderbar. Die Mengen an Abraum, die dadurch entstehen würden, bewegen sich jenseits unserer Vorstellung.

Bei der Ausbeutung eines anderen unkonventionellen Energieträgers wird immer häufiger das »Fracking«-Verfahren eingesetzt, um »festes Gas« aus Lagerstätten zu lösen. Unter normalen Bedingungen kann das Gas nicht entweichen und an die Oberfläche gelangen, denn das Gestein über der Lagerstätte ist nahezu undurchlässig. Beim Fracking werden zehntausende Löcher gebohrt und Risse erzeugt und unterschiedlichste Chemikalien in das Gestein eingebracht, von denen einige krebserregend und viele giftig sind oder sich in der Natur anreichern, weil sie nicht abgebaut werden können. Erdgas ist zwar im Hinblick auf die Emission von Treibhausgasen weniger umweltschädlich als Kohle, doch bei seiner Förderung wird auch Methan freigesetzt – ein Treibhausgas, welches die Klimawirksamkeit von Kohlendioxid um das 21-Fache übertrifft. Es gibt wissenschaftliche Untersuchungen zu diesem Problem, doch die verfügbaren Daten sind dürftig und die Ergebnisse umstritten. Wir wissen nur, dass 2006 bei einem Vorfall in Clark in Wyoming fünf bis sieben Millionen Kubikfuß Methangas im Laufe

von 58 Stunden in die Luft entweichen.^{IV} Bei regulären Fracking-Operationen wird die Freisetzung von Methangas nicht überwacht oder erfasst, doch es besteht Grund zu der Annahme, dass es sich um beträchtliche Mengen handelt. Jüngste Forschungen von Wissenschaftlern der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) und der University of Colorado in Boulder lassen vermuten, dass auf den Fracking-Feldern in den USA vier bis neun Prozent des gesamten entstehenden Methangases durch Lecks entweichen könnten.^V

Die Öl- und Gasexploration dringt zunehmend in fragilere Ökosysteme vor. Welche Schäden dadurch angerichtet werden, wird in den westlichen Gesellschaften noch kaum wahrgenommen, das Problem wird der Öffentlichkeit erst bewusst, wenn derart schwerwiegende Schäden entstehen wie nach dem Untergang der Ölbohrplattform Deep Water Horizon im Golf von Mexiko im April 2010.

Genaue Quantifizierungen der Auswirkungen dieser Tendenzen finden sich in den komplexen Modellen, die den Klimawandel beschreiben^{VI}; die Entwicklung der globalen Industrie und der Landwirtschaft wurde in den Berechnungen beschrieben, die den Studien zu den »Grenzen des Wachstums« zugrunde lagen.^{VII} Die dünne Haut lebender Materie, die den Planeten Erde umhüllt, ist möglicherweise verletzlicher, als gemeinhin angenommen wird.

Das bestimmende Merkmal der gegenwärtigen wirtschaftlichen, sozialen und klimatischen Situation ist das Bemühen von Öl- und Gasunternehmen, auch unkonventionelle fossile Energieträger auszubeuten (vgl. den Beitrag von Dunlop, S. 261 ff.). Die Umbenennung von BP in »Beyond Petroleum« wurde zunächst als ein Schritt zu einer Wirtschaft und Gesellschaft verstanden, die auf Solarenergie beruhen und das Zeitalter der »Energie aus der Hölle« beenden sollte, doch in Wirklichkeit geschah das Gegenteil: »Beyond Petroleum« kann man heute eher mit »Blast the Planet« übersetzen. Um diesen vollständigen Strategiewechsel auf Seiten der Ölkonzerne herbeizuführen, bedurfte es lediglich des Anstiegs der Ölpreise der in den letzten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts begann. Unternehmen investieren dort, wo kurzfristig höhere Gewinne zu erwarten sind. Anscheinend gibt es keinen Mechanismus im Wirtschaftssystem, der Ölunternehmen – oder Großkonzerne generell – dazu veranlassen könnte, langfristig zu denken, zum Nutzen der Allgemeinheit und letztlich auch ihrer selbst.

Die Strategie der Ölindustrie zielt darauf, uns noch weitere kostbare Jahre an die fossile Energiewirtschaft zu ketten. Kostbar deswegen, weil jedes Jahr, in dem wir die hohen CO₂-Emissionen fortsetzen, uns

näher heranzuführen an die Kipppunkte und damit an den nichtlinear verlaufenden Klimawandel. Kostbar auch deswegen, weil wir Rohstoffe für ein rückwärtsgewandtes Denken und eine »fossile Technologie« opfern. Schätzungen zufolge gab die Öl- und Gasindustrie in den Jahren 2010 bis 2012 ungefähr 1.500 Milliarden US-Dollar für Exploration und Produktion aus: Diese Mittel wären dringend für Investitionen in eine solare Zukunft benötigt worden.

»Es gibt kein Peak Oil«

In jüngster Zeit muss sich die Ölindustrie mit dem Thema »Peak Oil« auseinandersetzen (vgl. den Beitrag von Campbell, S. 46 ff.), das mittlerweile größere Beachtung findet, auch bei Regierungen und dem Militär. Doch die Wahrheit bleibt in einem Konflikt immer als Erstes auf der Strecke, vor allem wenn PR-Strategen beteiligt sind. Es gibt eine neue und machtvollere Botschaft der Öl- und Gasunternehmen. Die Schlagzeilen reichen von »Es gibt kein Peak Oil« über »Fossile Brennstoffe sind im Überfluss vorhanden« bis zu »Wir können weiter so leben wie bisher«. Was dabei verschwiegen wird, ist von entscheidender Bedeutung für das Wohlergehen der Menschen auf diesem Planeten. Den bisherigen Weg weiter zu beschreiten, wird teurer werden und zu mehr Umweltverschmutzung führen, wenn es den Unternehmen gelingt, die Welt dazu zu bringen, auch unkonventionelle Öllagerstätten auszubeuten, denn dann wird die Menschheit unweigerlich die Schwelle zum nicht mehr kontrollierbaren Klimawandel überschreiten.

Wir erleben gegenwärtig den Beginn einer neuen PR-Schlacht, die in den Medien ausgetragen wird. Viele der Argumente, die für die Ausbeutung unkonventioneller Ressourcen vorgebracht werden (bei denen die daraus resultierende Zerstörung des Planeten nicht zur Sprache kommt), wurden beispielsweise in Leonardo Maugeri's Aufsatz *Oil – The next revolution* angerissen.^{VIII} Es ist klar, dass viel Geld zu verdienen ist durch die Exploration unkonventioneller fossiler Brennstoffe in großem Stil, und wir erleben daher, dass sich die Industrie und die Investoren mit ihren gut geölten und finanziell gut ausgestatteten PR-Apparaten auf diesem Feld betätigen: ein Heer von Lobbyisten, Agenturen und »dritten Parteien«, die von den zahlreichen Krümmeln profitieren, die vom Tisch des großen Öls und des großen Geldes fallen.

Die Politik hat ihren Kurs verlassen und ist zu einem Erfüllungsgehilfen der Interessengruppen geworden, dem jede Vision für das Wohl des Planeten fehlt – und die Medien könnten ohne bezahlte Werbung nicht überleben. Die Politiker versuchen sich als politische Führer dar-

zustellen, die ihr Bestes geben (oder zumindest etwas tun), um die Menschheit vor den schlimmsten Folgen des Klimawandels zu schützen, während sie gleichzeitig Genehmigungen für immer abwegigere und verheerendere Bergbauaktivitäten erteilen. So fördert US-Präsident Obama beispielsweise die grüne Energie, gibt aber gleichzeitig Millionen Hektar Land für das Fracking frei.

Gegenwärtig werden wir überschüttet mit Meldungen, wonach die fossilen Energieträger noch in reichlichem Maße zur Verfügung stehen, so dass wir uns keine Sorgen zu machen brauchen und in alle Zukunft oder zumindest noch viele Jahrzehnte so weiterleben können wie bisher. Wahrscheinlich wird die Öl- und Gasindustrie weiterhin Millionen ausgeben, um Tatsachen in Frage zu stellen, die ihr unbequem sind oder von ihr als geschäftsschädigend betrachtet werden. Der Begriff »unkonventionell« wird verschwinden und durch »konventionell« ersetzt werden. Der Klimawandel wird als »ungesichert« eingestuft und Abwehrmaßnahmen dagegen werden als »teuer« bezeichnet werden.

Den Wahnsinn stoppen

Was können wir tun, um diesen Tendenzen zu begegnen? Als Erstes sind Graswurzelbewegungen erforderlich. Es gibt bereits unzählige lokale Initiativen, die das Fracking, das Abtragen von Bergkuppen, Ölbohrungen in der Arktis und die Ausbeutung der Ölsande bekämpfen. Die meisten dieser Initiativen sind lokal oder regional begrenzt und daher in gewisser Weise isoliert. Die westliche Zivilgesellschaft hat die Bedeutung dieser neuen Phase der Rohstoffausbeutung zum großen Teil noch nicht in ihrer vollen Tragweite erkannt. Doch die Öl- und Gasindustrie bemüht sich, die öffentliche Wahrnehmung zu beeinflussen, und politische Entscheidungen werden weiterhin auf der Grundlage kurzfristiger Profitinteressen getroffen.

Es wächst das Bewusstsein, das erforderlich ist, um der Öffentlichkeitsarbeit der Ölindustrie etwas entgegenzusetzen, und es werden vielleicht Netzwerke entstehen, in denen sich die vielen lokalen Gruppen untereinander und mit der Zivilgesellschaft verbinden können. Dieses wachsende Bewusstsein in tatsächliche Veränderungen umzusetzen, wird aber auch praktische Initiativen erfordern, die sich in die Politik einmischen und Ziele definieren, hinter denen sich alle Beteiligten vereinen können. Diese Initiativen können in unterschiedlichen Formen in Erscheinung treten, etwa auch in Form von internationalen Abkommen. Die älteste und wichtigste Vereinbarung dieser Art ist das Kyoto-Protokoll der Vereinten Nationen, das am 11. Dezember 1997 im

japanischen Kyoto verabschiedet wurde und am 16. Februar 2005 in Kraft trat. Das Kyoto-Protokoll ist weder das erste noch das einzige internationale Abkommen, das sich mit Umweltproblemen befasst. Ihm ging beispielsweise das Abkommen über Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) voraus, das den Gegenstand des 1987 verabschiedeten Montreal Protocol of Substances that Deplete the Ozone Layer bildete. Diese Beispiele zeigen, dass es durchaus möglich ist, internationale Vereinbarungen auszuhandeln, die einer weiteren Umweltzerstörung Einhalt gebieten.

Bislang ist allerdings noch kein internationales Abkommen geschlossen worden, das die weltweite Ausbeutung der Rohstoffe beschränkt. Im Jahr 2003 wurde das Oil Depletion Protocol (auch als Rimini-Protokoll bekannt)^{IX} vorgeschlagen: Durch dieses internationale Abkommen sollte die künftig zu fördernde Ölmenge begrenzt werden. Nachdem sich anfänglich etwas Interesse zeigte, wurde die Idee verworfen und ist mittlerweile weitgehend in Vergessenheit geraten. Zum Glück ist nach wie vor in einigen Bereichen die Ausbeutung von Rohstoffen verboten, wie etwa in Nationalparks, in Naturschutzgebieten oder in Gebieten, die zum Weltkulturerbe zählen, aber all das kann sich ändern. In den USA wird schon seit 1977 darüber gestritten, ob im Arctic National Wildlife Refuge (ANWR) Ölbohrungen erlaubt werden sollen.^X

Zu den großen Gebieten der Welt, in denen keine Rohstoffgewinnung erlaubt ist, gehört gemäß dem Antarctic Treaty System die Antarktis. In der Convention on the Regulation of Antarctic Mineral Resource Activities vom Juni 1988 wurde festgelegt, unter welchen Voraussetzungen in der Antarktis Bodenschätze gefördert werden dürfen, doch bislang wurde diese Konvention noch nicht von allen betroffenen Staaten ratifiziert. Unlängst wurde von der EU ein Verbot der Ausbeutung von Bodenschätzen in der Antarktis angeregt, nach intensiven Einflussnahmen der Ölindustrie aber wieder verworfen.^{XI} Dennoch ist die Europäische Union aufgeschlossen gegenüber Fragen, die das Wohlergehen der Menschen betreffen. Ein Beispiel dafür ist die Rücknahme der Entscheidung, dass dem Benzin bis zu 20 Prozent Biosprit beigemischt werden solle^{XII}, was verheerende Auswirkungen auf die Nahrungsmittelerzeugung und die Artenvielfalt gehabt hätte. Die Lobbyisten sind anscheinend doch nicht allmächtig!

Es gibt also durchaus praktische Möglichkeiten, um gesetzliche Maßnahmen durchzusetzen, welche die Schäden durch die Rohstoffgewinnung begrenzen und die Lebensdauer der vorhandenen Reserven verlängern können. Doch der Kampf spielt sich auf dem politischen Feld

ab und dabei geht es zunehmend darum, Einfluss auf die Medien und die »Konsensbildung« zu gewinnen. Bislang konnten die Lobbygruppen der Öl- und der Bergbauindustrie die meisten Versuche vereiteln, entsprechende Gesetze auf den Weg zu bringen; eine wichtige Rolle haben dabei auch »Medienkampagnen« gespielt, die darauf zielten, jene wissenschaftlichen Annahmen zu diskreditieren, die den vorgeschlagenen Maßnahmen zugrunde liegen^{XIII}, wie sich etwa am Beispiel von »Tobaccogate« gezeigt hat.^{XIV}

Wir müssen die Spielregeln begreifen, wenn wir gewinnen wollen. Wenn wir scheitern, werden wir weiterhin fossile Energieträger nutzen müssen, bis die Klimakatastrophe die Erde zugrunde gerichtet hat. Wenn wir Erfolg haben, wird die Sonne alle unsere Bedürfnisse erfüllen. Die Sonne ist nicht nur der Ursprung nahezu allen Lebens auf der Erde, sie ist auch die einzige Energiequelle, die unbegrenzt zur Verfügung steht, zuverlässig ist und immer da sein wird.

Karl Wagner, ausgebildeter Biologe und erfahrener Umweltaktivist, hat 30 Jahre lang auf nationaler und globaler Ebene Umweltkampagnen organisiert, vor allem für den WorldWide Fund For Nature. Derzeit arbeitet er für den Club of Rome als Director for External Relations.

Im Lauf des letzten Jahrhunderts hat die Revolution im Bereich der Geowissenschaften, die von den frühen Pionieren angestoßen wurde, eine Fortsetzung erlebt und ein faszinierendes Bild von der Erdgeschichte geschaffen. Unser Planet erscheint uns als eine dynamische Einheit, fast wie ein lebendiges Wesen, in dem sich geologische und biologische Kräfte vereinen, um Bedingungen zu schaffen, die zur Erhaltung des biologischen Lebens geeignet sind. Dieser revolutionär neue Gedanke nimmt seinen Ausgang vom Begriff der »Kontinentaldrift«, der in seiner heutigen Form erstmals von Alfred Wegener in die Debatte gebracht wurde¹⁴. Obwohl zunächst als willkürliche und unnötige Vorstellung kritisiert, entpuppte sich die Kontinentalverschiebung als grundlegendes Element der Dynamik des Erdsystems. Die Bewegung der Kontinente, umbenannt in »Plattentektonik«, ist grundlegend für die Vorstellung von »Gaia«¹⁵; diesen Namen erhielt das Ökosystem von James Lovelock, nach der alten römischen Erdgottheit. Die Einführung dieser Bezeichnung sorgte für ein gewisses Maß an Verwirrung, wobei die einen den Namen Gaia als Blasphemie¹⁶ auffassen, während sich die anderen darunter einen echten Götterkult vorstellen, mit Festen, Ritualen¹⁷ und allem Drum und Dran. Das war natürlich auf keinen Fall gemeint,

als dem »System Erde« dieser Namen gegeben wurde. Gaia, als Begriff für die geologisch aktive Erde, verkörpert keine Göttin, nicht einmal ein fühlendes Wesen, und »sie« hat weder am Überleben noch am Wohlergehen der Menschen irgendein Interesse. Insofern bringt es nichts, Gaia als Göttin zu verehren. Manchmal benimmt sich diese Gaia eher wie Medea, eine weitere mythologische Figur, die dem antiken Mythos zufolge ihre Kinder umgebracht hat¹⁸. Gaia ist also einfach ein Begriff, den wir als Metapher nutzen können, um das komplexe System interagierender Kreisläufe zu beschreiben, durch das die Bedingungen, die das Leben auf unserem Planeten möglich machen, geschaffen und erhalten werden. Mit den Lebewesen teilt Gaia einige (jedoch nicht alle) Wesensmerkmale, insbesondere die Fähigkeit, sich dem Wandel zu widersetzen; eine Eigenschaft, die wir als »Homöostase« bezeichnen.

Gaia's aktive Zyklen haben unter anderem die Mineralerze und Mineralablagerungen hervorgebracht. Wir könnten sie als Gaia's Gaben betrachten, denn sie sind das Ergebnis planetarischer Kräfte, die seit Milliarden von Jahren wirksam sind. Um Gaia's Gaben zu begreifen, gilt es, eine sehr lange Geschichte von Anfang an zu erzählen.

Ein Planet wird geboren

Vor etwa 4,6 Milliarden Jahren bildete sich das Sonnensystem aus der Verdichtung einer Trümmerwolke, einem Überbleibsel der Explosion alter Supernovae im Weltraum. Unsere Sonne ist ein Stern der »zweiten Generation«, das heißt, dass die Gasmischung, die sie – wie auch die Planeten – erschaffen hat, eine bestimmte Menge schwerer Elemente enthielt, die sich durch den Einfang von Neutronen in der Gluthitze der Supernova-Explosionen gebildet hatten. Eben weil es diese schweren Elemente gab, entstanden die steinigen Planeten unseres Sonnensystems einschließlich der Erde.

Die Verdichtung der Erde markiert den Beginn des ersten Weltalters, des sogenannten »Hadaikums« (nach »Hades«, der Bezeichnung der alten Griechen für die Unterwelt). Als sich der Planet formte und an Masse zunahm, erhöhte sich seine Temperatur aufgrund der Freisetzung von Gravitationsenergie, bis er schließlich so heiß wurde, dass er schmolz. In dieser Phase sanken die schweren Metalle, vor allem Eisen und Nickel, Richtung Erdmittelpunkt hinab und nahmen die schweren (»siderophilen«) Elemente, die sich in geschmolzenem Eisen leicht auflösten, mit sich. Die leichten Elemente, vor allem Silizium, Aluminium und Sauerstoff, gingen Verbindungen ein, die sich im Erdkern nicht leicht auflösten. Sie verblieben in Form von Oxiden überwiegend in der äußeren Schale. Dieses Ereignis wird manchmal als »Eisenkatastrophe«¹⁹ bezeichnet. Danach kühlte die Hülle des Planeten

relativ rasch ab. Vor 4,2 Milliarden Jahren hatte die Erde wohl bereits eine feste Oberfläche und eine innere Struktur ähnlich der heutigen: einen heißen Metallkern und eine vergleichsweise kalte äußere Siliziumschale (den »Mantel«).

Für die letzte Phase des Hadaikums, vor rund vier Milliarden Jahren, weisen die Daten auf eine Periode heftigen Asteroidenbeschusses²⁰ hin, wodurch die Konzentration von Schwermetallen an der Oberfläche teilweise wiederhergestellt und damit der heutige Bergbau im Wesentlichen ermöglicht wurde. Der Beschuss mit wasserreichen Asteroiden hat der Erde vielleicht auch die Wassermenge geliefert, aus der heute immer noch die Ozeane bestehen. Die Daten deuten jedenfalls darauf hin, dass bereits im späten Hadaikum die Erde über Ozeane mit flüssigem Wasser²¹ verfügte. In dieser Zeit ist möglicherweise bereits Leben entstanden, vielleicht in der Nähe unterseeischer Vulkanschote. Dort konnten sich organische Lebensformen entfalten, chemische Reaktionen nutzend, an welchen Eisensulfide und andere anorganische Verbindungen beteiligt waren²². Diese Welt hatte mit der unseren zwar einige Ähnlichkeiten; andererseits sah sie aber doch auch ganz anders aus. Die Erde war wohl fast vollständig von Wasser bedeckt, sehr häufig kam es zu vulkanischer Aktivität. Die kleinen Fleckchen Landoberfläche, wenn es überhaupt welche gab, zeigten keine Spur makroskopischer Lebensformen und die Atmosphäre enthielt keinen Sauerstoff oder allenfalls kleinste Mengen davon. Man nimmt auch an, dass der Mond sich viel näher bei der Erde befand als heute. Seine Nähe muss zu gewaltigen Gezeiten geführt haben, die regelmäßig die Ränder – vielleicht sogar auch die gesamte Fläche – der Landmassen überschwemmten.

Das Vorhandensein von flüssigem Wasser während des Hadaikums wirft ein Problem auf, das man das »Paradoxon der schwachen jungen Sonne«²³ nennt. Unserer Kenntnis der Dynamik des Sternenlebens nach muss die junge Sonne jener Vorzeit etwa 30 Prozent kälter als heute gewesen sein. Daraus können wir errechnen, dass die Erdtemperaturen zu niedrig waren, um das Wasser auf der Oberfläche flüssig zu halten. Eigentlich hätte die Erde ein gefrorener Eisball sein müssen, etwa so wie heute der Jupitermond Europa. Für diese unerwartete Wärme sind verschiedene Erklärungen möglich. Sie kann mit dem Vorkommen von Treibhausgasen in der Atmosphäre zu tun haben oder auch mit bestimmten Eigenschaften der jungen Sonne. Zurzeit scheint die wahrscheinlichste Hypothese²⁴ zu sein, dass die Albedo der jungen Erde – also das Vermögen des Planeten, das Sonnenlicht zu reflektieren – niedrig genug war, um diese Temperaturen aufrechtzuerhalten. Diese niedrige Albedo war die Folge der geringeren Flächenausdehnung der Kontinente und auch der dünneren Wolkendecke. Letztere Eigenschaft folgt aus dem Mangel an Kondensationskernen in der Atmosphäre. Diese werden heute vor allem durch Landpflanzen erzeugt, die es damals noch nicht gab.