===== 2011 =====

Ugo Bardi

Der geplünderte Planet

Die Zukunft des Menschen
im Zeitalter schwindender Ressourcen

33. Bericht an den Club of Rome

Mit einem Vorwort von Ernst Ulrich von Weiszäcker
Umwelt-Sachbuch 2011
de: 2013

wikipedia Bardi *1952 in Florenz

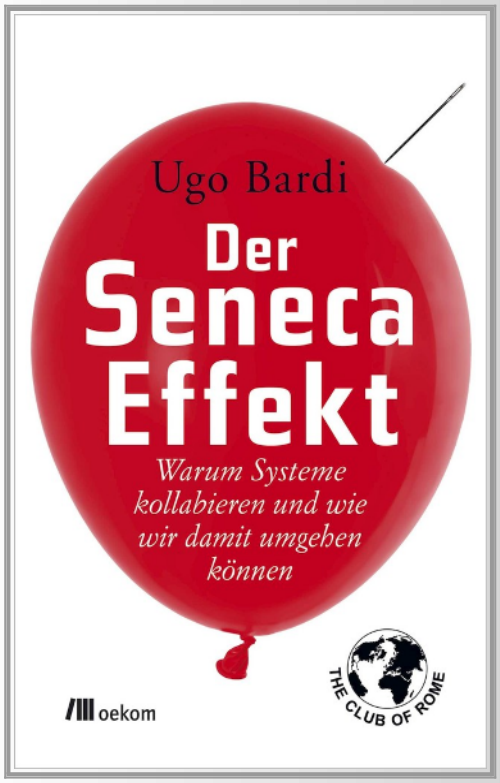
detopia.de > Osborn-1948 > Gruhl-1975

========== ==========

Ugo Bardi

Der Seneca-Effekt

Warum Systeme kollabieren
und wie wir damit umgehen können
42. Bericht an den Club of Rome
Mit einem Vorwort von E. U. von Weiszäcker
wikipedia Seneca
* im Jahr 1 (in Südspanien) bis 65 (Rom)



Verlagstext zu Planet 2011:
Ohne Öl keine erdumspannende Mobilität, ohne Seltene Erden keine Handys, ohne Phosphat kein billiger Dünger. Wie ein Junkie von seiner Droge ist unsere Zivilisation abhängig von den Schätzen, die die Erde birgt. Doch die Anzeichen mehren sich, dass die Zeit billiger Rohstoffe bald vorbei sein wird. Wie wird sich die Weltwirtschaft entwickeln, wenn sich die Fördermengen der wichtigsten Ressourcen nicht mehr steigern lassen?

Welche Auswirkungen sind zu erwarten, wenn die Exploration auch vor sensiblen Regionen wie den Ozeanen und den Polen nicht Halt macht? Welchen Beitrag können Urban Mining und Recycling leisten und für welche Stoffe lässt sich kurzfristig adäquater Ersatz finden?
Unterstützt von einem 15-köpfigen internationalen Expertengremium liefert der italienische Chemiker und Analyst Ugo Bardi eine umfassende Bestandsaufnahme der Rohstoffsituation unseres Planeten, und er zeigt auf, wie wir unseren Alltag, unsere Politik und unsere Art zu wirtschaften ändern müssen, wenn wir unseren Lebensstandard halten wollen.

en: Extracted. How the Quest for Mineral Wealth is plundering the planet. The past, the present, and future of global mineral depletion. A Report to the Club of Rome. Foreword by Jorgen Randers

DNB_Bardi_135674824

wikipedia_Ugo_Bardi *1952 in Florenz

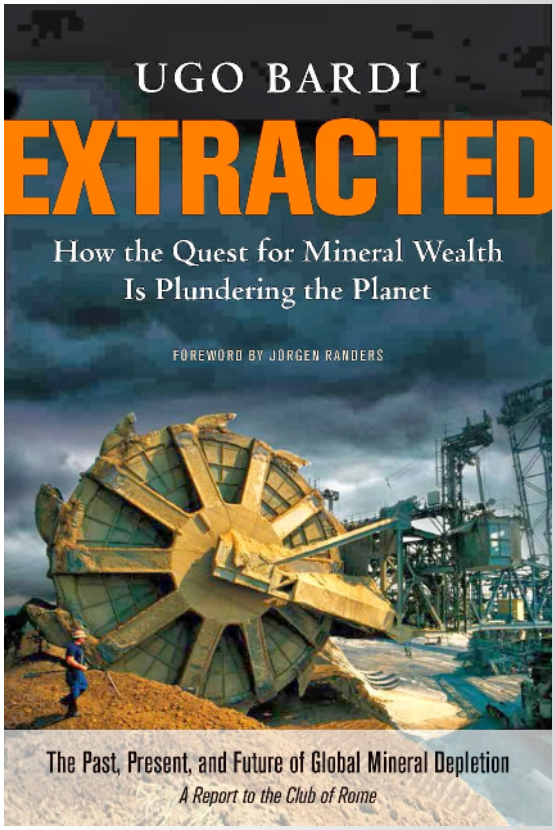
thesenecatrap.blogspot.de **Bardi-Blog**

DLF Bardi Planet Johannes Kaiser Weckruf Weltgesellschaft

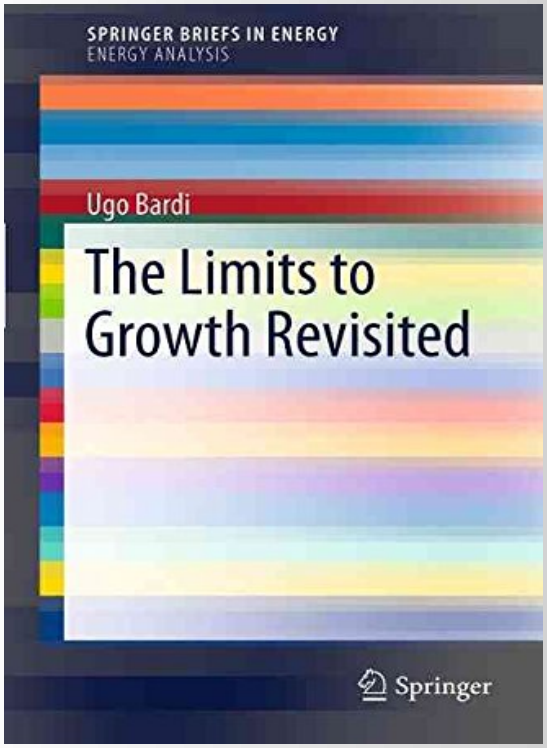
DLF Seneca-Effekt 2018
Text zum Buch 2017 von Bodo Morshäuser

DLF_Kollabierende-systeme-was-imperien-und-lawinen-gemeinsam haben 11/2017 Text Jantje Hannover

bpb.de_172493_der-gepluenderte-planet Zentraler politische Bildung



The Limits to Growth Revisited Von Ugo Bardi



Leseberichte:
Der geplünderte Planet

DLF Bardi Planet Johannes Kaiser Weckruf Weltgesellschaft

BUCHKRITIK | Beitrag vom 08.06.2013
Weckruf an die Weltgesellschaft
Ugo Bardi: "Der geplünderte Planet", Oekom Verlag, München 2013, 355 Seiten
Besprochen von Johannes Kaiser

Gut verständlich fasst Ugo Bardi in "Der geplünderte Planet" die Bergbaugeschichte und die Bedeutung von Bodenschätzen zusammen. Weil immer mehr Energie nötig wird, die verbleibenden Rohstoffe zu gewinnen, fordert der italienische Chemiker mehr Sparsamkeit und verbessertes Recycling.

Die gute Nachricht lautet: Von allen Mineralien gibt es in der Erdkruste mehr als genug. Die schlechte Nachricht: Sie alle aus dem Erdreich zu lösen, kostet mehr Energie, als wir auf absehbare Zeit aufbringen können. Das bedeutet nichts anders, als dass wir mit den wichtigsten Rohstoffen haushalten müssen, sonst werden sie noch in diesem Jahrhundert ausgehen.

Zu diesem Schluss gelangt jedenfalls der italienische Chemiker Ugo Bardi, der jetzt den jüngsten Bericht des Club of Rome vorgelegt hat. In sieben Kapiteln führt er seine Leser durch das Thema. Er beginnt mit der erdgeschichtlichen Geologie, dem Entstehen der Mineralien und endet bei den Möglichkeiten, Rohstoffe zu ersetzen, zu recyceln und effizienter zu nutzen.

Detail- und kenntnisreich, gut bewandert in der antiken Geschichte gibt Ugo Bardi einen leicht verständlichen Überblick über die Historie des Bergbaus und die Bedeutung, die Bodenschätze für das Entstehen großer Weltreiche hatten. Natürlich geht er auch auf die immensen Umweltprobleme ein, die der Abbau von Mineralien mit sich bringt. In den Appalachen in den USA werden ganze Bergspitzen abgesprengt, um Kohle zu gewinnen. Der Tagebergbau verwüstet riesige Flächen, hinterlässt totes Land.

Da die Erze nur Bruchteile der gesuchten Minerale enthalten, hinterlässt der Bergbau unglaubliche Abfallmengen. So stecken zum Beispiel in einem Kilogramm Kupfererz nur 0, 5 Prozent Kupfer. Ein normales Auto, so rechnet Bardi vor, aber enthält an 50 Kilogramm Kupfer. Der Abraum aber beträgt rund eine Tonne, eine ganze Lastwagenladung. Gleichzeitig verschlingen der Bergbau sowie die Aufbereitung der Rohstoffe rund 10 Prozent der globalen Energie. Allein die Stahlproduktion benötigt schon 5 Prozent. Da die besonders reichhaltigen Lagerstätten bald erschöpft sind, muss

auf Vorkommen ausgewichen werden, die noch geringere Menge des gesuchten Minerals enthalten. Resultat: noch mehr Abfälle, noch größerer Energieaufwand.

Eingebettet in die Geschichte und den aktuellen Zustand des Bergbaus finden sich ausführlichen Berichte ausgewiesener Rohstoffexperten zu einzelnen Mineralien. Sie geben Auskunft über die schwindenden fossilen Rohstoffe wie Erdöl, Erdgas und Uran. Selbst die angeblich massenhaft vorhandene Kohle erreicht ihr Fördermaximum spätestens 2050. Auch Gold, Kupfer, Platin sowie seltene Metalle werden bald wirklich selten. Phosphor, Grundstoff jeglicher Landwirtschaft, erreicht zum Beispiel das Fördermaximum 2034. Es sind ausgesprochen vorsichtige Schätzungen, die dennoch zeigen, dass alle Rohstoffe, die die moderne Konsumgesellschaft braucht, noch in diesem Jahrhundert ausgehen oder knapp werden. Der Energieaufwand, um sie zu gewinnen, wird immer größer. Irgendwann ist nicht mehr genug Energie vorhanden, um an die Rohstoffe zu gelangen, übersteigen die Kosten den Nutzen.

Die Schlussfolgerung liegt auf der Hand und wird im Bericht denn auch entsprechend gewürdigt: sparsamerer Umgang mit den Rohstoffen, erheblich verbessertes Recycling, Suche nach Ersatz. Es wäre gut, wenn die Weltgesellschaft diesen Weckruf wahrnimmt und handelt.

##

Inhalt (Planet 2011)

Vorwort von E. U. v. Weizsäcker (9)

Einführung: Die Grenzen des Wachstums rücken näher (13)

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)
Danksagung 320
Anmerkungen 321
Ergänzende deutschsprachige Literatur 346
Bildnachweis 348
Orts- und Sachregister 3 50

Ausblicke:

1. Es werden keine Gefangenen gemacht: gegenwärtige Trends der Ausbeutung des Planeten (21) Karl Wagner
2. Erdöl: der wichtigste Rohstoff der globalen Ökonomie (46) Colin J. Campbell
3. Fruchtbarer Boden: eine Grundvoraussetzung für das Überleben der Menschheit (65) Toufic El Asmar
4. Das Ende des billigen Urans oder warum Atomenergie in die Sackgasse führt (97) Michael Dittmar
5. Money makes the world go around: Gold und Silber als Wertanlage und Zahlungsmittel (116) Luis de Sousa
6. Kupfer: geht eine lange Erfolgsgeschichte bald zu Ende? (134) Rui Namorado Rosa

7. Platinmetalle und ihre Verwendung in der Automobiltechnologie (157) Ugo Bardi & Stefano Caporali
8. Volle Fahrt voraus? Lithium und der Einstieg in die Elektromobilität (171) Emilia Suomalainen
9. Nickel und Zink: der stete Kampf gegen die Korrosion (181) Philippe Bihouix
10. Das Hubbert-Modell als Prognoseinstrument für die Entwicklung der Rohstoffreserven der Welt (194) Marco Pagani & Stefano Caporali
11. Phosphor: brauchen wir einen Paradigmenwechsel? (215) Patrick Dery
12. Peak Coal oder warum Kohle keine Lösung ist (233) Werner Zittel & Jörg Schindler
13. Erdgas und unkonventionelle Rohstoffe: können wir das Hubbert-Modell überlisten? (250) Ugo Bardi
14. Auf Kosten der Umwelt: mit Fracking die letzten Reserven erschließen (261) Ian T. Dunlop
15. Seltene Erden im Elektroschrott: die Nadel im Heuhaufen recyceln (286) Rolf Jakobi
16. Suffizienz und Wertstoffrückgewinnung statt Rohstoffverschwendung (301) Jutta Gutberiet

Inhalt (Seneca-Effekt)

Dank 8 # Vorwort 9 # Einführung: Kollaps ist kein Defizit, er ist eine Eigenschaft (13)

TEIL I: Die Mutter aller Zusammenbrüche: Der Untergang des Römischen Reichs (21)

Kapitel 1: Seneca und seine Zeit (23)
Kapitel 2: Wieso gibt es eigentlich Weltreiche? (28)
Kapitel 3: Ein geradzu »klassischer« Kollaps (36)

TEIL II: Von großen und kleinen Zusammenbrüchen (51)

4: Das Zerbrechen alltäglicher Dinge (53) # Warum Flugzeuge keine rechteckigen Fenster haben 53 # Über Entropie 61 # Warum Ballons platzen 64
5: Lawinen 69 # Der Einsturz der großen Türme 69 # Die Physik der Sanduhr 75 # Netze und Netzwerke 82
6: Finanzlawinen 92 # Wiedersehen mit Babylon 92 # Was ist »Geld« überhaupt? 99 # Warum kommt es zum Finanzkollaps? 113
7: Hungersnöte 117 # Malthus war ein Optimist 117 # Japan: Ein residentes Land 129 # Bevorstehende Hungersnöte 138
8: Verknappung 144 # Das kurzlebigste Imperium der Geschichte 144 # Tiffany's Trugschluss 153 # Thanathia und die mineralische Eschatologie 162
9: Overshoot (168) Gib einem Mann einen Fisch... 168 # Was gut Für die Biene ist, ist auch gut Für den Stock 176 # Der Untergang des galaktischen Imperiums (189)
10. Gaias Tod: Das Ende des Ökosystems Erde (205) # Woran starben die Dinosaurier? 205 # Gaia oder die Homöostase des Erdsystems (213) # Die Hölle auf Erden (223)

TEIL III: Den Kollaps bewältigen (231)

11. Zusammenbrüche verhindern 232 # Privatisierung vs. Schutz der Allmende 232 # Resilienz entwickeln 239 # Die Erholung nach einem Kollaps 247 # Den wirtschaftlichen Zusammenbruch verhindern 251 #
12. Den Kollaps nutzen 260 # Zusammenbruch des Feindes 260 # Kreativ kollabieren 267 # Die Hebel richtig umlegen 270

Anhang: # Gesetze und Verteilungen (281) # Lotka-Volterra-Modell (283) # Abbildungen A1 bis A12 (285) # Anmerkungen (291)

Verlagstext zu Seneca:
Leben wir in einem Zeitalter, in dem alles kollabiert? Die Finanzmärkte, Europa, die Demokratie? Nichts scheint »heutzutage« mehr sicher. Doch war das früher anders? Sind große Reiche nicht schon immer viel schneller verschwunden als sie errichtet wurden und waren drastische Veränderungen nicht seit jeher eher Ergebnisse von Kipppunkten als von langsamen Prozessen?
Ugo Bardi nennt dieses Phänomen den »Seneca Effekt«, weil der römische Gelehrte als erster verstanden hat, dass die Zerstörung gesellschaftlicher und natürlicher Systeme anderen Regeln gehorcht als deren Aufbau.
Es ist das viel zitierte Fass, das sich nur langsam füllt, ehe es plötzlich überläuft; die Beobachtung des Ruins, der nur Tage braucht, während viele Leben notwendig sind, um sozialen Status zu erringen; oder der drohende Kollaps des Regenwaldes, der verschwindet, sobald bestimmte Grenzwerte überschritten sind. Wir tun also gut daran, den Kollaps auf der Rechnung zu haben, denn nur so können wir einen guten Umgang mit ihm finden, indem wir Gegenstrategien entwickeln oder uns an das Unvermeidliche anpassen. In einem wahren Parcoursritt durch die Disziplinen ist Bardi dem Kollaps auf der Spur – sowie den Gesetzen, die dahinter stecken.

VORWORT zu Senecaeffekt

geschrieben von den Co-Präsidenten des Club of Rome
Ernst Ulrich von Weizsäcker und Anders Wijkman

Ugo Bardis »Der Seneca-Effekt. Warum Systeme kollabieren und wie wir damit umgehen können« ist der 42. Bericht an den Club of Rome und somit Teil jener Serie an Berichten, die im Jahr 1972 mit den »Grenzen des Wachstums« begann.

Die Hauptaussage der »Grenzen des Wachstums« war, dass »die Ausbeutung der wichtigsten Rohstoffe und die wachsende Belastung durch Umwelt- und Luftverschmutzung zunehmend steigende Risiken für die Weltwirtschaft in der Zukunft verursachen« würde. Viele verstanden den Bericht so, als würde die Weltwirtschaft innerhalb weniger Jahrzehnte

zum Stillstand kommen. Dies war allerdings nicht die Aussage der »Grenzen des Wachstums«. Der Bericht stützte sich auf eine Perspektive von 50 bis 100 Jahren und legte darüber hinaus seinen Fokus auf die steigenden, physischen Auswirkungen des Wirtschaftswachstums – den ökologischen Fußabdruck – nicht auf Wachstum an sich. Tatsächlich ging es in diesem Buch in erster Linie darum, wie man Kollaps vermeiden und die Menschheit einen besseren, nachhaltigeren Weg für ihre Zukunft und die ihres Planeten einschlagen könnte. Der Club of Rome setzt sich bis heute genau dafür ein.

45 Jahre nach der Veröffentlichung des ersten Berichtes allerdings stellt sich die Frage danach, wie ökologische Krisen in der Zukunft verhindert werden können, leider nicht mehr. Heute geht es um die Frage, wie die Menschheit ihre Auswirkungen abschwächen und bewältigen kann. Die Vision der Mitglieder des Club of Rome bleibt nichtsdestotrotz dieselbe: eine bessere Zukunft für die Menschheit und den Planeten.

»Den Feind zu kennen ist der beste Weg, ihn zu besiegen«, heißt es. Gleichermaßen gilt: Um die Auswirkungen eines Kollapses zu bewältigen, muss man verstehen wie er entsteht, sich entwickelt und auswirkt. Probleme, die uns in der Zukunft erwarten, einfach zu ignorieren ist hingegen kein vielversprechender Lösungsansatz, um sie zu vermeiden.

Das vorliegende Buch untersucht die Natur und Ursachen von Kollapsen, und zwar nicht, indem es Untergangszenarien heraufbeschwört – allerdings auch nicht durch die rosarote Brille exzessiven Optimismus. Dieses Buch macht keine Zugeständnisse an Ideologien, Politik oder falsche Hoffnungen. Es bedient sich vielmehr der modernen Wissenschaft, um aufzuzeigen, dass Kollapse natürliche Phänomene sind, die vielfältige Ursachen haben und viele Formen annehmen können. Wir können dies in unserem Alltag beobachten, zum Beispiel wenn Gegenstände kaputt gehen, oder sogar bei Ereignissen großer Tragweite, etwa wenn ganze Zivilisationen zusammenbrechen.

Dieser Bericht bietet den Leserinnen und Lesern eine Fülle an Anekdoten, Einsichten und Fakten, mit einer bemerkenswerten, ganzheitlichen, analytischen Denkweise. Sie werden entdecken, dass Kollaps ein Kollektivphänomen ist, welches in (wie wir sie heute bezeichnen) »komplexen Systemen« auftritt; ein neues und faszinierendes Forschungsfeld, welches uns ermöglicht, die Welt um uns herum besser zu verstehen. »Der Seneca-Effekt« beschreibt praxisgerechte Wege und Lösungen, wie man Kollapse in komplexen Systemen vermeiden oder zumindest bewältigen kann. In bestimmten Fällen kann dies geschehen, indem die Bindeglieder, die ein System zusammenhalten, verstärkt werden. In anderen Fällen, indem man das System externe Schocks absorbieren lässt – und dabei innere Parameter verändert, anstatt sie zu erhalten. Und für den Fall, dass ein Kollaps unvermeidlich ist, zeigt dieses Buch auf, wie man ihn nutzen kann, anstatt sich ihm zu widersetzen, wenn der einzige Weg, um das Alte loszuwerden, das Schaffen von Raum für das Neue ist.

In einer Welt wie der unseren, die sich mit einer Vielzahl an sozialen und ökologischen Herausforderungen konfrontiert sieht, ist es notwendig Kollaps zu verstehen. Während die Menschheit noch immer weiter wächst, wächst gleichzeitig die Notwendigkeit, bessere und effizientere Wege zu finden, die knappen Ressourcen unseres Planeten zu nutzen. Diese Herausforderungen sind schwierig zu bewältigen, weshalb ein besseres Verständnis davon, wie komplexe Systeme funktionieren, durch das wissenschaftliche Forschungsfeld der »Systemdynamik« dringend notwendig ist; auch hierzu leistet das Buch einen wichtigen Beitrag.

Ugo Bardis Buch ist aber nicht nur »praktisch« im Sinne von »nahe an der Realität und ihren Herausforderungen«. Es hat außerdem eine tiefere, philosophische Bedeutung, was ein weiterer Grund dafür ist, dass der Club of Rome es als Bericht akzeptiert hat. Der Titel, »Der Seneca-Effekt«, ist eine Hommage an den antiken Philosophen Lucius Annaeus Seneca (4 v.Chr. bis 65 n.Chr.), der die Theorie moderner Netzwerke und die Studien der »Systemdynamik« für sich entdeckte, obwohl er diese noch nicht als solche benannte.

Seneca verstand die Notwendigkeit Veränderung und Wandel zu akzeptieren – anstatt sich in einem aussichtslosen Kampf gegen sie zu wehren. Dies ist der Grundsatz der stoischen Philosophie, frei nach Epiktet: »Was also ist zu tun? Das Beste machen aus dem, was in deiner
Macht steht und den Rest so nehmen, wie er natürlich passiert.« (Discourses, 1. Januar 2017)

Dies ist der Hauptgedanke dieses faszinierenden Berichts.

Aus dem Englischen übersetzt von Alexander Stefes

Einführung zu Planet
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 Kassandrarufe 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 Wachstums1. 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 Massachussetts 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 Wachstums 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 halbirrer 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 Kostensteigerungen, 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 ist.[4]

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 abzubrechen 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 und Gutberlet, S. 301). 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.