

Universität für Bodenkultur

Umwelt- und Bioressourcenmanagement

LV 732.190 - Interdisziplinäres Seminar Methoden

Seminararbeit

Die Grenzen des Wachstums

Beschreibung von Systemarchetyp und „Club of Rome“ Bericht

© Clara Picher

Betreuung: ao Univ Prof. Christoph Mandl

Gruppe 8

Clara-Katharina Picher

Matr. Nr. 0 240 202

Christian Kirchweyer

Matr. Nr. 0 440 611

1. Einleitung.....		3
1.1 Vorwort der Studenten		3
1.2 Der „Club of Rome“		3
1.2.1 Österreicher im Club of Rome		4
1.2.2 Veröffentlichungen des Club of Rome		5
1.3 The Limits to Growth (Die Grenzen des Wachstums) – das Buch		5
2. Begriffsdefinitionen.....		7
2.1 Definition System:		7
2.2 Regulation eines Systems		8
2.3 Syndromansatz		8
2.4 Systemarchetypen		8
2.4.1. Bekannte Systemarchetypen dieser Zeit		9
3. Der Systemarchetyp „Grenzen des Wachstums“		9
3.1 Wachstumsgrenzen im Unternehmen		10
3.2 Wachstumsgrenzen in der Ökologie		11
3.3 Wachstumsarten		12
3.3.1 Lineares Wachstum		13
3.3.2 Exponentielles Wachstum		13
3.3.2 Logistisches Wachstum		14
3.4 Wachstum und seine Kapazitätsgrenze		15
4. Menschliche Verhaltensmuster bei Wachstumsgrenzen		16
5. Erkennen der Muster		18
5.1 Wissensarten		18
5.2 Die Wahrnehmung von Großrisiken		19
6. Das Weltmodell		21
6.1 Der formale Modellaufbau des Weltmodells		21
6.1.1 Regelkreise im Weltmodell		24
6.2 Das Weltmodell auf der Zahlenbasis von 1970		29
6.2.1 Der Standardlauf, Basis 1970		29
6.2.2 Suche nach dem Gleichgewicht		31
6.3 Das Weltmodell auf der Zahlenbasis von 2005		33
6.3.1 Der Standardlauf, Basis 2005		34
6.3.2 Gleichgewicht noch einstellbar		35
6.3.3 Wachstum im Stadium des Gleichgewichts		37
7. Kollaps droht – suche nach Vorzeichen		38
7.1 Bevölkerungswachstum		38
7.2 Ressourcenverbrauch		39
7.3 Umweltverschmutzung		40
7.4 Unterernährung		42
8. Kritik an den dargestellten Szenarien.....		43
9. Resümee der Studenten		47
9.1 Konklusion der „Grenzen des Wachstums“		47

1. Einleitung

1.1 Vorwort der Studenten

Die Seminararbeit beschäftigt sich mit dem Systemarchetyp, „Grenzen des Wachstums“. Dabei wird das Buch „Die Grenzen des Wachstums“ von den Autoren Donella und Dennis L. Meadows, Erich Zahn und Peter Milling vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) behandelt.

Bei der Beschreibung vom Systemarchetyp wird auf das Buch „Die fünfte Disziplin“ von Peter Senge eingegangen. Er beschreibt in seinem Buch verschiedene Archetypen eines Systems. Ein sehr essentieller Systemarchetyp sind die „Grenzen des Wachstums“, die in unserem Alltag allgegenwärtig sind. Sie spiegeln sich in den diversen Disziplinen wieder.

Auf den folgenden Seiten wird versucht, diese Archetypen in diversen Disziplinen aufzudecken, sei es in der Ökologie, Soziologie oder Ökonomie. Wenn man anfängt in kleinen Systemen diese zu erkennen, kann man auch auf das Globale System viele Rückschlüsse ziehen.

1.2 Der „Club of Rome“

Der „Club of Rome“ wurde im Jahr 1968 gegründet. Es handelt sich um eine nichtkommerzielle Organisation, die einen globalen Gedankenaustausch zu international bedeutenden politischen Fragen betreibt. Das Generalsekretariat ist in Hamburg (D) angesiedelt.

Der „Club of Rome“ besteht aus rund 150 Mitgliedern – ausgewählte Ökonomen, Industrielle, Wissenschaftler und andere Personen des öffentlichen Lebens. Eine Bewerbung um die Mitgliedschaft für den Klub ist nicht möglich. Der „Club of Rome“ wählt die Personen aus. Ein politisches Amt schließt die Mitgliedschaft aus.

Der „Club of Rome“ machte es sich zur Aufgabe erstens, das Verständnis für die Weltproblematik zu fördern, zweitens die existentielle Gefahr, die von dieser Problematik für die Menschheit ausgeht, bewusst zu machen, und drittens die

Öffentlichkeit, insbesondere aber die politischen Entscheidungsträger, mit den Resultaten aus diesen Lernprozessen zu konfrontieren.¹

Die Idee zur Gründung des „Club of Rome“ stammt vom Industriellen Aurelio Peccei und dem Schotten Alexander King, Direktor für Wissenschaft, Technologie und Erziehung bei der Pariser Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD). Die beiden Vordenker trafen sich 1968 am Rande einer Konferenz in der „Academia dei Lincei“ in Rom. Bis heute trat der „Club of Rome“ nur einmal in bedeutendem Ausmaß öffentlich in Erscheinung – und zwar 1972 mit der Veröffentlichung des Berichtes „The Limits to Growth“.²

1.2.1 Österreicher im Club of Rome

Unter den derzeit aktiven Mitgliedern des „Club of Rome“ befindet sich nur ein Österreicher: Siegfried Sellitsch³. Der im Jahr 1940 geborene Grazer war von 1989 bis 2001 Generaldirektor und Vorstandsvorsitzender der Wiener Städtischen Allgemeinen Versicherung AG. Seit Juni 2002 befindet sich Sellitsch offiziell im Ruhestand. Nach der so genannten „Karibik-Affaire“ übernimmt Siegfried Sellitsch im April 2006 das Amt des Aufsichtsratsvorsitzenden des Österreichischen Gewerkschaftsbundes (ÖGB). Er folgt damit dem zurückgetretenen Günter Weninger.⁴

Assoziierte Mitglieder sind der langjährige Chef der Bank Austria, Gerhard Randa sowie der ehemalige Direktor der Bank Austria Creditanstalt, Ivo Stanek.

1969 startete der „Club of Rome“ ein erstes Projekt: „The Predicament of Mankind: Quest for Structured Responses to Growing World-wide Complexities and Uncertainties“. Ganz im Sinne des diagnostizierten Defizits im analytischen Bereich zielte das Vorhaben nicht darauf ab, neue Daten zu produzieren, sondern aufgrund bereits vorhandener Daten die „imbalances of a global nature especially with reference to their future evolution“ zu identifizieren und die das Weltgeschehen beherrschenden Kräfte und die zwischen ihnen wirkenden Beziehungen qualitativ und quantitativ zu erfassen.

¹ Club of Rome: The predicament of mankind. Quest for structured responses to growing world-wide complexities and uncertainties, a proposal, unpubl. Manuskript 1970 S 34-47

² Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Club_of_Rome; 14. April 2006

³ Vgl. <http://www.clubofrome.org/members/members.php?membership=Active>; 14. April 2006

⁴ Vgl. <http://derstandard.at/?url=/?id=2398642>; 18. April 2006

Der Bericht war kurz und prägnant geschrieben, stark ergebnisorientiert und in einer allgemeinverständlichen Sprache verfasst.

1.2.2 Veröffentlichungen des Club of Rome

„Die bisherigen Veröffentlichungen des Club of Rome (‘Die Grenzen des Wachstums’ 1972; ‘Die Menschheit am Wendepunkt’ 1974; ‘Das menschliche Dilemma, Zukunft und Lernen’ 1979) sind in ihren Ergebnissen umstritten“, wie im Bertelsmann-Lexikon der Ausgabe von 1993 zu lesen ist.⁵ Zu den jüngsten Veröffentlichungen zählen unter anderem ‘Beyond the Limits’ 1992; ‘Die Kunst vernetzt zu denken’ 2002; ‘Limits to Growth – The 30-year update’ 2005 und ‘Limits to privatization – How to avoid too much of a good thing’ 2005.⁶

1.3 *The Limits to Growth (Die Grenzen des Wachstums)* – das Buch

Der Bericht „The Limits to Growth“ wurde im Jahr 1972 vom „Club of Rome“ herausgegeben. Die Autoren des Buches sind Donella und Dennis L. Meadows, Erich Zahn und Peter Milling vom Massachusetts Institute of Technology (MIT). Die MIT-Studie nutzt die - damals völlig neuartige - Technologie der wissenschaftlichen Systemanalyse und Computersimulation. Fünf Trends werden in einem „Weltmodell“ komplexer Wechselwirkungen untersucht: Die beschleunigte Industrialisierung, das rapide Bevölkerungswachstum, die weltweite Unterernährung, die Ausbeutung der Rohstoffreserven und die Zerstörung des Lebensraumes.

Im August 1973 wurde die deutsche Ausgabe im Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg, veröffentlicht. Das Buch wurde in 37 Sprachen übersetzt und es wurden mehr als 12 Millionen Exemplare verkauft. Im Jahr der Erscheinung der deutschen Auflage wurde das Buch mit dem Friedenspreis des Deutschen Buchhandels ausgezeichnet.⁷

Von einem Autorenteam, das von Dennis L. Meadows zusammengestellt wurde, erschien im Jahr 1992 das Update zu der Auflage von 1972 mit dem Titel „Beyond the Limits“. Im Jahr 2005 erschien „Limits to Growth – The 30-year update“. Die Autoren der Original-Auflage Dennis und Donella Meadows, Erich Zahn und Peter Miller gehörten auch dem Wissenschaftler-Team der Neuauflage

⁵ Bertelsmann Lexikon, Band 3, Brot-Deu, Lexikon-Institut Bertelsmann, Gütersloh 1993, S. 215.

⁶ Vgl. <http://www.clubofrome.org/archive/reports.php>; 21. 4. 2006

⁷ Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Club_Of_Rome; 18. April 2006

von 2005 an. Donella Meadows verstarb allerdings vor der Fertigstellung des Buches im Februar 2001.

Die Grenzen des Wachstums: Titelbilder der Ausgaben von 1973 (li.) und 2005 (re.).

2. Begriffsdefinitionen

2.1 Definition System:

System (griechisch, systema – wörtlich das Gebilde, Zusammengesetzte, Verbundene; Mehrzahl die Systeme) kann ganz allgemein definiert werden als eine Menge von interagierenden, interdependenten Elementen, die durch komplexe Austauschbeziehungen von Energie, Materie und Informationen miteinander verknüpft sind.⁸

Es bezeichnet auch ein Gebilde, dessen wesentliche Elemente so aufeinander bezogen sind und auf eine Weise wechselwirkend, dass sie (aus einer übergeordneten Sicht heraus) als aufgaben-, sinn- bzw. zweckgebundene Einheit (d.h. als Ganzes) angesehen werden (können) und sich in dieser Hinsicht gegenüber der sie umgebenden Umwelt auch abgrenzen.⁹

Systeme sind:

- Komplexe von Elementen, die in Beziehung stehen
- zielgerichtete Abstraktionen
- Einheiten in Raum und Zeit, deren Untereinheiten systematisch kooperieren
- nicht reduzierbar
- z. T. hierarchisiert
- z. T. selbstregulierend
- z. T. selbstorganisierend.

Die *Systemtheorie* kann als eine wissenschaftliche Methode definiert werden, die sowohl innerhalb als auch zwischen Disziplinen, Größenordnungen (Systemebenen) und Systemtypen angewandt werden kann. Sie eignet sich daher im hohen Masse komplexe, vielschichtige Fragestellungen in interdisziplinären Zusammenarbeiten zu behandeln.

Systeme organisieren und erhalten sich durch Strukturen. *Struktur* bezeichnet das *Muster*, respektive die Form der Strukturelemente und ihrer Beziehungsgeflechte, durch die ein System funktioniert.

⁸ Costanza/Cumberland/Daly/Goodland/Norgaard: Einführung in die Ökologische Ökonomik, Stuttgart 2001; S61

⁹ <http://de.wikipedia.org/wiki/System>

2.2 Regulation eines Systems

Regulation ist die Fähigkeit eines Systems zur Aufrechterhaltung eines stabilen Zustands als Folge von Rückkopplungsprozessen. Ein stabiler Systemzustand kann auch ohne einen Rückkopplungsprozess erreicht werden, aufgrund von äusseren Faktoren, die man beeinflussen kann.

2.3 Syndromansatz

„Das Syndrom (griechisch σύνδρομο, von συν~, syn~ - zusammen~, mit~ und δρόμος, drómos - der Weg, Lauf) ist das gleichzeitige, gemeinsame Auftreten verschiedener Merkmale, zum Beispiel Krankheitssymptome, mit meist einheitlicher Ätiologie und unbekannter Pathogenese, somit ein Symptomenkomplex.“¹⁰

Syndromansatz hat zum Ziel, „Teufelskreise“ zu identifizieren, welche ein Syndrom verstärken, und Massnahmen vorzuschlagen, mit welchen diese Teufelskreise durchbrochen werden können.

2.4 Systemarchetypen

Zu den wichtigste und machtvollsten Einsichten gehört, dass es bestimmte und ständig wiederkehrende Strukturmuster gibt. Diese „Systemarchetypen“ oder „generischen Strukturen“ gehören zu den wesentlichen Punkten, die wir verstehen müssen, um entstehende Strukturen im persönlichen Leben oder auch in Organisationen zu erkennen.

Systemarchetypen kann man sich als einfache, grundlegende Handlungsmuster vorstellen, die immer wieder und in den unterschiedlichsten Bereichen vorkommen. Zweck dieser Systemarchetypen ist es, die Wahrnehmung zu verändern, um die Wirkungsweisen grundlegender Strukturen und die potentiellen Hebel in diesen Strukturen besser sehen zu können.¹¹

Man fühlt die Systemarchetypen eher, als das man sie sieht.

¹⁰

http://www.google.at/search?hl=de&lr=&defl=de&q=define:Syndrom&sa=X&oi=glossary_definition&ct=title

¹¹ http://www.uni-klu.ac.at/~gossimit/phorum/download.php/53,35,5/Coda_Anhang.doc

Die Systemarchentypen verdeutlichen, dass in jeder Komplexität eine elegante Einfachheit verborgen liegt. Je umfassender man diese Archetypen erkennt, desto besser kann man angesichts schwieriger Herausforderungen potentielle Hebelwirkungen erkennen und anderen diese erklären. Zu den vielversprechenden Aspekten der Systemperspektive gehören die interdisziplinären Wissensverknüpfungen: man findet immer wieder dieselben Archetypen in den unterschiedlichen Disziplinen wie Biologie, Wirtschaft, Psychologie, Ökologie bis hin zum Management. Wenn eine Organisation es schafft, die Systemarchentypen zu erkennen, hat sie den ersten Schritt getan, um die Systemperspektiven in die Praxis umzusetzen.

2.4.1. Bekannte Systemarchentypen dieser Zeit

Bis dato sind folgende Systemarchentypen bekannt:

1. Gleichgewichtsprozess mit Verzögerung
2. Grenzen des Wachstums
3. Problemverschiebung
4. Sonderfall: Die Verschiebung des Problems auf den Intervenierenden
5. Erodierende Ziele
6. Eskalation
7. Erfolg der Erfolgreichen
8. Die Tragödie der Gemeingüter
9. Fehlkorrekturen
10. Wachstum und Unterinvestition
11. Pfadabhängigkeit

3. Der Systemarchentyp, „Grenzen des Wachstums“

Unter dem Systemarchentyp „Grenzen des Wachstums“ versteht man, dass eine natürliche Bremswirkung des Systems nach raschen Veränderungen oder raschem Wachstum impliziert wird.¹² Es wird ein Prozess in Gange gesetzt, um ein gewünschtes Ergebnis zu erzielen, dadurch wird eine Erfolgsspirale erzeugt, die einerseits kurzfristige gewünschte Wirkungen hat, jedoch andererseits auch unbeabsichtigte Nebeneffekte hervorbringt. Diese Nebeneffekte führen schließlich zu Verlangsamung, Abschwung oder Stillstand.

¹²

<http://homepage.sunrise.ch/homepage/ludwigma/Download/UniZH/SS2002/Vorlesung%2024.6.%20Peter%20Senge.doc>

Ein exponentieller Wachstumsprozess wird durch eine äußere Schranke begrenzt (z. B. ein Produkt wird immer stärker verkauft, bis schließlich der gesamte Markt gesättigt ist). Jeder organisch wachsende Prozess hat bestimmte Elemente, die das Wachstum in natürlicher Weise bremsen - und zwar umso stärker, je größer der Bestand schon ist (balancierender Rückkopplungseffekt). Jedes wachsende System ohne organische Wachstumsbeschränkungen ist dem Untergang geweiht und bricht unweigerlich bald zusammen (z. B. Pyramidenspiele; Krebstumore: Ein Tumor ist ein Gewebe, das sich hemmungslos vermehrt, bis es schließlich den ganzen Körper vernichtet).¹³

Bei allen Fällen von Wachstumsgrenzen gibt es einen verstärkenden Wachstums- oder Verbesserungsprozess, der eine Zeit lang eigenständig abläuft. Dann stößt er auf einen ausgleichenden (oder stabilisierten) Prozess, der dem Wachstum entgegenwirkt. Wenn das passiert, verlangsamt sich die Verbesserungsrate und es kann zu einem völligen Stillstand kommen.

3.1 Wachstumsgrenzen im Unternehmen

Die Strukturen der Wachstumsgrenze wirken in vielen Organisationen und auf vielen Ebenen. So wächst vielleicht ein High-Tech-Unternehmen rapide an, weil es über die Fähigkeit verfügt, neue Produkte einzuführen. Die Zahl der neuen Produkte steigt an, dies hat zur Folge, dass die Einnahmen und der Techniker- und Forscherstab wachsen. Schließlich wird der Technikerstab immer komplexer und schwieriger zu führen. Die Managementlast fällt häufig älteren Ingenieuren zu, die dann weniger Zeit für ihre eigene technische Arbeit haben. Da die erfahrensten Ingenieure von ihrer eigentlichen Arbeit abgezogen werden, um Managementpositionen zu betreuen, verlangsamt sich durch das Interagieren oder das Ankämpfen dieser Wachstumsgrenzen die Produktionsentwicklung ganz von alleine. Personen, die eigentlich für die Innovation zuständig waren, können nichts mehr dazu beitragen, dass neue Produkte auf dem Markt kommen.

¹³

http://hupsy03.psychologie.hu-berlin.de/arbpsy/studenten/thaler/fuenfte_disziplin.htm

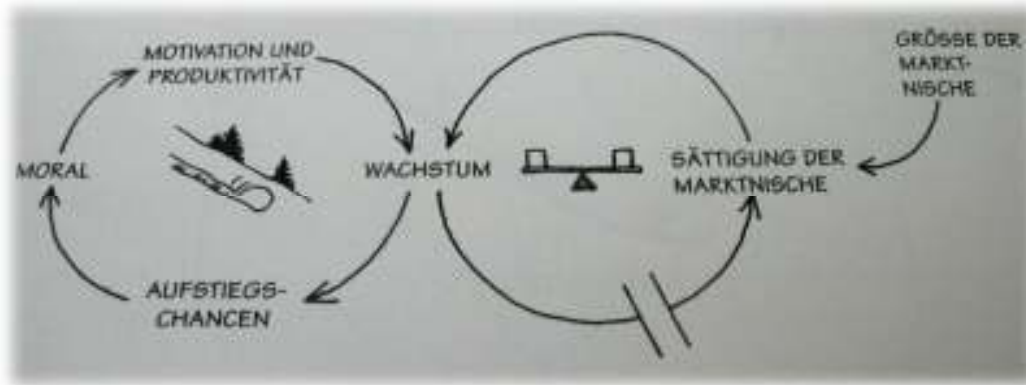


Abb. 1 Peter M. Senge, Die Fünfte Disziplin; 1990, S 124

Wachstumsgrenzen können auch dadurch entstehen, dass ein Unternehmen zu schnell wächst. Den Mitarbeitern werden außergewöhnliche Aufstiegschancen angeboten, wodurch die Arbeitsmoral zunimmt, die Nachwuchskräfte sind hoch motiviert, siehe Abbildung 1. Doch mit der Zeit wird die Firma immer größer und größer, dadurch verlangsamt sich ihr Wachstum, es könnte zu einer Sättigung der Marktnische komme, die Firma erreicht eine Größe, an der die ursprünglichen Partner kein Interesse mehr haben, sodass die Firma weiter inkrementiert oder der Wettbewerb extrem zunimmt. Eine wichtige Komponente in diesem Wachstum, das an seine Grenze stößt, ist die zeitliche Verzögerung, die auf der Graphik veranschaulicht wird.

Doch was bedeutet nun ein „Sinkendes Wachstum“? Auf alle Fälle weniger Beförderungsmöglichkeiten, mehr internes Konkurrenzgerangel und eine allgemein sinkende Moral, die sich über die Grenzen des eigenen Firmenterritorium hinweg äußern kann.

Viele spontane, aber auch gut gemeine Verbesserungsbemühungen führen zu Wachstumsgrenzen.

3.2 Wachstumsgrenzen in der Ökologie

Um die Wachstumsgrenzen von einer anderen Sicht aus zu betrachten, soll nun ein Beispiel aus der Ökologie gezeigt werden: Es beschreibt den Toleranzbereich von Arten (siehe Abbildung 1). Der physiologische Toleranzbereich einer Art hinsichtlich einer Variablen lässt sich oft durch eine glockenförmige Kurve beschreiben. Die Spezies kann nur oberhalb eines minimalen bzw. unterhalb eines maximalen Wertes der Variable aufrechterhalten werden. Außerhalb dieser Werte ist das Individuum bzw. eine Population nicht mehr lebensfähig. Der Wertebereich zwischen Minimum und Maximum ist der Toleranzbereich. In Bezug auf den physiologischen Toleranzbereich gibt der Gipfel der Kurve den Bereich der besten Performance

an, sprich das Optimum. Wenn dieses Optimum erreicht bzw. überschritten wird, kommt es zu einem Abschwung. Dieser biologische Toleranzbereich kann für einzelne Lebensformen hoch bzw. breit geräumig sein (eury-) oder eng, schmal (ste-). Im Gegensatz zum physiologischen Toleranzbereich, der sich auf Reproduktion, Wachstum und Überleben konzentriert, bezieht sich der biologische Toleranzbereich auf das Verhalten einer Art unter den Bedingungen von Konkurrenz.

Mit diesem Beispiel soll veranschaulicht werden, dass die Grenzen des Wachstums auch in der Tierwelt bzw. Pflanzenwelt allgegenwärtig sind. Sei es auf Grund von Konkurrenz oder biotischen Faktoren, es gibt in vielen Systemen eine Periode des Wachstums, eine Grenze und danach einen Abschwung.¹⁴

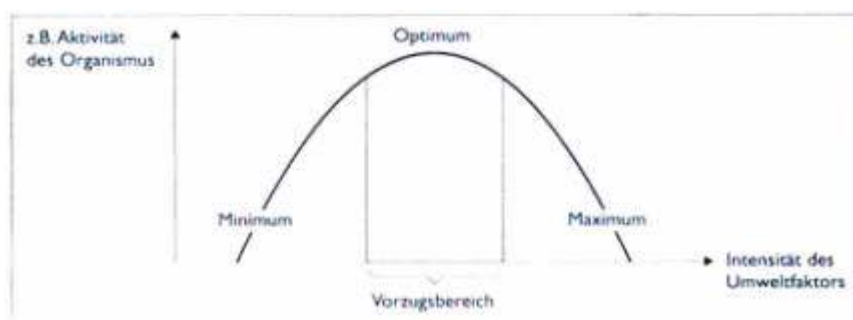


Abb 1.: <http://www.cfreier.de/Hausaufgaben/Biologie/Oekologie1/oekologie.htm>

3.3 Wachstumsarten

*Der Igel mag langsamer sein als der Hase, aber er gewinnt den Wettlauf.*¹⁵ Die meisten Geschäftsleute der heutigen Zeit halten schnell, schneller, am schnellsten für die beste Wachstumsform. Doch viele natürlichen Systeme, von Ökosystemen bis hin zu Tierwelten und Organisationen, haben ihre ganz eigene optimale Wachstumsrate. Die optimale Entwicklungsrate ist keineswegs identisch mit dem schnellstmöglichen Wachstum. Durch ein konstantes bzw. lineares Wachstum ist das System anpassungsfähiger an äußere Umstände. Wenn ein Wachstum jedoch zu schnell an seine Grenzen stößt, kann es zu einem ungewollten rasanten Abschwung kommen. Wie ein Wachstum vor sich geht, linear oder exponentiell, ist entscheidend für die Folgen, die sich nach einem Wachstum ergeben.

¹⁴ Vgl.: <http://de.wikipedia.org/wiki/Toleranzbereich>

¹⁵ Vgl. Peter M. Senge: Die fünfte Disziplin, Stuttgart 1996, S. 81

3.3.1 Lineares Wachstum

*Das lineare Wachstum ist gleichbleibend. Die Wachstumsrate pro Zeiteinheit ändert sich nicht, also bleibt die Änderungsrate konstant. Dies verdeutlicht z.B. der Abbau von Alkohol im Blut. In einem bestimmten Zeitraum wird ein Teil des Alkohols im Blut abgebaut. Mit Hilfe des linearen Wachstums kann die Polizei also feststellen, wie hoch der Blutalkoholspiegel zur Zeit des Unfalls war. Aber auch beim Auffüllen von Gefäßen oder einem Stausee kann das lineare Wachstum behilflich sein.*¹⁶ Für die meisten Personen ist Wachstum ein linearer Vorgang, denn ein lineares Wachstum liegt vor, wenn eine Größe jeweils in gleichen Zeiten um einen ständig gleich bleibenden Betrag zunimmt.¹⁷ Man kann ebenso genau die Entwicklung eines Kindes betrachten, denn es wächst jährlich um drei Zentimeter. Wenn man beispielsweise jährlich 10 € in den Sparstrumpf gibt, wachsen die Ersparnisse ebenfalls linear. Die Größenzunahme ist unabhängig von der bereits erreichten Größe und deshalb linear.

3.3.2 Exponentielles Wachstum

Beim exponentiellen Wachstum nimmt die Größe in gleichen Zeiträumen um einen bestimmten Prozentsatz der vorigen Größe zu. Die Zuwachsrate bleibt konstant. Somit ist die Größenzunahme abhängig von der bereits erreichten Größe. Im Buch „Die Grenzen des Wachstums“ wird ein exponentielles Wachstum mit einer Bakterienkultur verglichen, in der sich jede Zelle alle zehn Minuten teilt. Das Wachstum ist exponentiell ansteigend. Da es für jede Zelle nach zehn Minuten bereits zwei Zellen gibt, erfolgt innerhalb von zwanzig Minuten ein Wachstum um einhundert Prozent. Nach zwanzig Minuten sind aus einer Zelle vier, nach dreißig Minuten acht und nach vierzig Minuten sechzehn Zellen geworden. Ein Wachstum dieser Art ist eine übliche Erscheinung in der Biologie, im Finanzwesen und in anderen Systemen. Das exponentielle Wachstum ist trügerisch, da es schon nach kurzer Zeit astronomische Zahlen erreichen kann.

In den unterentwickelnden Gebieten der Welt wächst die Stadtbevölkerung nach den Autoren vom Buch, „die Grenzen des Wachstums“ exponentiell, in den Industrieländern fast linear. Die Verdoppelungszeit der Stadtbevölkerung in

¹⁶ <http://www.mathekiste.de/html10/wachstum/wachstumlin.htm>

¹⁷ Vgl. D. Meadows, Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, New York 1972 S.18

den Entwicklungsländern beträgt etwa 15 Jahre.¹⁸ Exponentielles Wachstum wird durch eine bestimmte Verdoppelungszeit gekennzeichnet. Das ist diejenige Zeitspanne, in der die Größe auf das jeweils Doppelte des vorhergehenden Wertes ansteigt. Es besteht eine einfache mathematische Beziehung zwischen Wachstumsrate und Verdoppelungszeit. Das exponentielle Wachstum ist ein dynamischer Vorgang, bei dem sich Elemente mit dem Zeitablauf verändern.

Exponentielles Wachstum kommt unter anderem vor:

- wenn die Ressourcen unbegrenzt sind
- nur für kurze Zeitspannen
- nach Katastrophen
- bei günstigen Gelegenheiten

In der Ökologie gibt es neben den K-Strategen¹⁹ oder Spezialisten, auch die r-Strategen²⁰ oder Generalisten. Die Generalisten - auch Opportunisten genannt - sind jene Populationen, die ein Ökosystem nach einer Naturkatastrophe zuerst besiedeln. Ein bestimmter Nährstoff ist in rauen Massen verfügbar und dieser wird zunächst ausgeschöpft. Aufgrund dessen nimmt die Population exponentiell zu. Irgendwann ist dieser Nährstoff jedoch komplett ausgebeutet und mit dem Substrat verschwinden die Generalisten wieder aus dem Ökosystem. Danach kommen die Spezialisten und wachsen linear und konstant. Durch ihr lineares Wachstum können sie sich gut an ihre Umwelt anpassen. Die Opportunisten vermögen dies jedoch nicht, sie sind zu schnell gewachsen, ohne Energie auf ihre Anpassung zu lenken.

¹⁸ Vgl. D. Meadows, Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, New York 1972 S 21, Abb. 3: Wachstum der Stadtbevölkerung

¹⁹ K-Strategen sind [biologische](#) Arten, die bei der [Fortpflanzung](#) auf die Kapazität (K) ihrer ökologischen Grundlagen achten (im Gegensatz zu [r-Strategen](#)). Die Vermehrungsrate bei K-Strategen ist relativ gering, dafür haben diese Arten eine hohe [Lebenserwartung](#) — unter anderem aufgrund der hohen Investition in den Nachwuchs (zum Beispiel lange Brut- oder Aufzuchtphase). Auch findet sich oft eine Absicherung des Reviers. Diese Verhaltensweise wird auch „Platzhalterstrategie“ genannt. Ebenfalls findet sich bei K-Strategen die Fähigkeit gegebene Ressourcen unter starken Konkurrenzbedingungen noch besser zu nutzen, als dies bei anderen Strategietypen der Fall ist. Mit diesen Eigenschaften erhalten K-Strategen die Individuenzahl nahe der Umweltkapazität bzw. der ökologischen Kapazität (K).

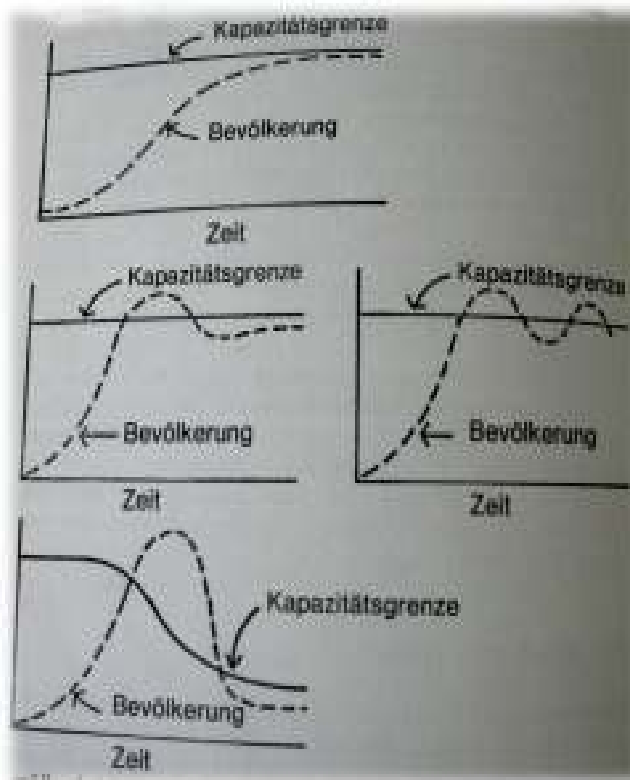
²⁰ r-Strategen sind [Arten](#), die bei der Vermehrung auf ihre hohe Reproduktionsrate (R) setzen, statt wie die [K-Strategen](#) auf eine geringere Zahl von Nachkommen mit höheren Überlebenschancen. Die Zahl der Individuen wächst exponentiell — bis zum Erreichen der Kapazitätsgrenze (K). Die Kapazitätsgrenze stellt sich durch die [Intraspezifische Konkurrenz](#) ein; oft erfolgt auch durch die [Interspezifische Konkurrenz](#) ein starker Rückgang oder Zusammenbruch der Population. R-Strategen sind häufig [Pionierpflanzen](#), die [Ruderalstandorte](#) schnell besiedeln können. Die Übergänge zu den K-Strategen sind fließend.

3.3.2 Logistisches Wachstum

Neben dem linearen und exponentiellen Wachstum gibt es noch das logistische Wachstum. Das **logistische Wachstum** erfolgt proportional zu einem Restbestand (dies ist die Differenz zwischen einem Zielwert (Grenze) und dem vorhandenem Bestand: „Sättigungsmanko“) und proportional zum Ist-Bestand (B_{alt}), d.h. zuerst hat man näherungsweise ein exponentielles Wachstum, dann aber verlangsamt sich das Wachstum und kommt langsam zum Erliegen.

Die meisten Wachstumsvorgänge in der Natur verlaufen so, dass zwar anfänglich der Artenbestand wie beim exponentiellen Wachstum wächst, aber dann irgendwann nicht weiter wachsen kann, da es nicht genug Platz oder Futter gibt. Dieses Modell kommt der Realität also sehr nahe, da es mehr Faktoren als das lineare, beschränkte oder exponentielle Wachstum berücksichtigt.²¹

3.4 Wachstum und seine Kapazitätsgrenze



Was verstehen wir unter Verhalten? Ein Verhalten wird unter anderem dadurch definiert, wie sich eine Variable in einem System in zeitlicher Hinsicht ändert. Diese Variable kann zunächst zunehmen, abnehmen, konstant bleiben, periodische Schwingungen ausführen oder aber mehrer Arten des Grundverhaltens kombinieren. Die Population bzw. die

Bevölkerung kann in einer begrenzten Umwelt in vielerlei Hinsicht wachsen.

Das erste Szenarium, siehe Abbildung 2, beschreibt ein logistisches Wachstum. Anfangs findet ein

²¹

<http://www.mathekiste.de/html10/wachstum/wachstumlog.htm>

Abb.2 Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, 1973, S. 111

Wachstum statt, dieses sinkt jedoch nach einer gewissen Zeitspanne. Die Kurve bewegt sich innerhalb ihrer Grenzen. Durch allmählichen Abbau des Wachstums kommt es zu einem Gleichgewichtszustand.

Das Wachstum kann jedoch auch kurzfristig über die Grenzen hinauswachsen und entweder langsam oder ständig pendeln, bis es unter die Grenzgröße absinkt. Es kann jedoch auch passieren, dass durch Überschreiten des Grenzwertes die Kapazität der Umwelt überbelastet wird und der Grenzwert selbst abzusinken beginnt, weil nicht erneuerbare Rohstoffe zu weit aufgebraucht wurden. Dieses

Verhalten spiegelt sich in vielen Systemen wieder. Wildbestände beispielsweise vermehren sich über die Grenzen der Kapazität ihrer Umwelt hinaus, wenn in dem von ihnen bewohnten Habitat keine natürlichen Feinde vorhanden sind. Sie zerstören dann weitgehend die Vegetation, ihre Lebensgrundlage. Dadurch nimmt das exponentielle Wachstum nach bestimmter Zeit ab, es kommt zu einer exponentiellen Abnahme der Kapazitätsgrenze und des Bestandes.²²

4. Menschliche Verhaltensmuster bei Wachstumsgrenzen

Die meisten Menschen reagieren auf wachstumsbegrenzte Situationen nicht adäquat bzw. unüberlegt, weil sie vielleicht die Strukturen nicht erkennen oder realisieren wollen oder weil sie damit schlicht und einfach nicht umgehen können. Sie versuchen ihre Anstrengungen zu mehren und üben auf bestimmte Teilbereiche ihres Handelsgewerbes, Unternehmens oder Betriebes vermehrt Druck aus. Schlechte Gewohnheiten werden nicht abgelegt sondern intensiviert, eine vielleicht verständliche Reaktion. Doch warum ist diese Reaktion so verständlich und was sind die tatsächlichen Konsequenzen der spontan gesetzten Handlungen?

Der Gegenwartsbezug der Menschen führt dazu, dass viele Handlungen nicht vorsorgeorientiert getätigt werden. Wenn man Wachstumsgrenzen erkennt,

²² Vgl. D. Meadows, Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, New York 1972 S 77.

diese aber, auf Grund der zeitlichen Verzögerung, noch nicht spürt, werden meist zu spät Handlungen gesetzt.

Neben dem Problem des zu starken Gegenwartsbezugs kommt beim Menschen noch dazu, dass er Mühe hat Gewohnheiten abzulegen. Der Durchschnittsmensch tut sich sehr schwer grundlegende Änderungen in seinem Tun und Handeln zu tätigen.

Häufig versucht der Mensch auch mit aller Gewalt gegen die Grenzen des Wachstums anzukämpfen.

Es könnte ebenfalls passieren, dass man die ursprünglichen Ziele aufgibt, abschweift und unglücklich wird. Der Mensch neigt dazu voreilig aufzugeben, wenn er keinen Erfolg in absehbarer Zeit sieht.

Es gibt auch andere Methoden um den Wachstumsgrenzen entgegenzuwirken. Man muss die Probleme erkennen und bereit sein, diese langfristig zu dezimieren. *In all diesen Situationen muss man den Hebel bei der Gleichgewichtsschleife ansetzen und nicht bei der Verstärkungsschleife. Wenn man das Verhalten des Systems ändern will, muss man den begrenzenden Faktor erkennen und ändern*²³. Doch man darf nicht vergessen, je kraftvoller man den Hebel bewegt, desto größer ist der Widerstand des Ausgleichprozesses und desto fruchtloser werden die Bemühungen. Wenn der Erfolg sinkt, werden oft die Anstrengungen vermehrt um das als positiv empfundene alte Stadium wiederzuerlangen.²⁴

Das kann mit diversen Maßnahmen erreicht werden, die man bislang nicht in Betracht gezogen hat. Entscheidungen, die einem nie in den Sinn gekommen sind oder schwierige Veränderungen von Sitten oder Normen. Oft erkennt man diese Maßnahmen auf den ersten oder zweiten Blick, hat aber nicht die Kraft etwas Grundsätzliches zu ändern, weil jede Änderung eine Angst vor etwas Neuem, Unbekanntem beinhalten könnte.

Die Struktur der Wachstumsgrenze enthält noch eine weitere Lektion: Wenn eine Ursache der Begrenzung beseitigt oder abgeschwächt worden ist, könnte sich das Wachstum fortsetzen bis es neuerlich an eine Wachstumsgrenze stößt.

²³ Peter M. Senge: Die fünfte Disziplin, Stuttgart 1996, S. 127

²⁴ Vgl. Peter M. Senge: Die fünfte Disziplin, Stuttgart 1996, S. 127

5. Erkennen der Muster

Strukturen, die uns nicht bewusst sind, halten uns gefangen. Wenn wir hingegen lernen, die Strukturen wahrzunehmen, in denen wir uns bewegen, könnten wir produktiv damit arbeiten und diese verändern.²⁵

Das Managementprinzip bezüglich der Grenzen des Wachstums:

Es soll nicht mit aller Kraft das Wachstum vorangetrieben werden; es müssen die Faktoren beseitigt werden, die das Wachstum begrenzen.²⁶

5.1 Wissensarten

Heutzutage sind drei Arten von Wissen erforderlich, um eine nachhaltige Entwicklung anzusteuern:²⁷

1. *Systemwissen*: Wissen darüber, was ist;
2. *Zielwissen*: Wissen darüber, was sein und was nicht sein soll;
3. *Transformationswissen* (Gestaltungswissen): Wissen darüber, wie der Übergang von der Ist-Entwicklung zu einer anzustrebenden Entwicklung gestaltet und umgezeichnet werden kann.

Das Systemwissen ist der Grundbaustein einer nachhaltigen Entwicklung. Man sollte auf diesem aufbauen, um adäquate Entscheidungen zu treffen, damit Probleme vermieden werden können.

Das Systemdenken dient der Aneignung dieses Wissens. Wir neigen oft dazu, uns auf isolierte Systemteile zu konzentrieren und sehen dadurch nicht die globalen Wechselwirkungen. Im Zuge dessen wundern wir uns, warum unsere Probleme scheinbar unlösbar sind. Das Systemdenken ist ein konzeptuelles Rahmenwerk, ein Set von Informationen und Instrumenten, das im Laufe der letzten fünfzig Jahre entwickelt wurde, damit wir die übergreifenden Muster klarer erkennen und besser begreifen, wie wir sie erfolgreich verändern können.²⁸

Unterm Strich ergibt das Systemdenken die Hebelwirkung – die Erkenntnis, wo Handeln und Veränderungen in den Strukturen zu signifikanten, dauerhaften

²⁵ Peter Senge, Die Fünfte Disziplin, 1990, S. 118.

²⁶ Vgl.: http://hupsy03.psychologie.hu-berlin.de/arbpsy/studenten/thaler/fuenfte_disziplin.htm

²⁷ J.Minsch (2005/06): Skriptum, Nachhaltige Entwicklung I, die Grundlagen nachhaltigen Wirtschaftens, Wien Kapitel 1.2. S

²⁸ Peter Senge, Die Fünfte Disziplin, 1990, S. 15.

Verbesserungen führen. Häufig ergibt sich die Hebelwirkung durch die Sparsamkeit der Mittel: Die besten Ergebnisse erreicht man nicht durch groß angelegte Kraftakte, sondern durch kleine, gezielte Aktionen. Unsere unsystematischen Denkweisen sind vor allem deshalb so zerstörerisch, weil wir unsere Aufmerksamkeit immer wieder auf Veränderungen mit falsch angesetzter Hebelwirkung lenken. Wir konzentrieren uns auf Symptome, die den stärksten, aber nicht effektivsten Druck ausüben. Dadurch werden die Symptome gelindert und im günstigsten Fall kurzfristig verbessert, verschlimmern sich aber auf lange Sicht.

5.2 Die Wahrnehmung von Grossrisiken

Risiko wird definiert als Produkt aus Eintretenswahrscheinlichkeit des Schadensereignisses mit dem Schadensausmass und gibt an, mit welchen jährlichen Schadenszahlen die Versicherungswirtschaft zu rechnen hat. Diese Art der Betrachtung stößt auf neue Grenzen der industriellen Grossrisiken. Ein potentieller Schadensfall erscheint nämlich geringer, wenn die Eintrittswahrscheinlichkeit gering ist. Im Unterschied zu Kleinereignissen, die sich mit der Zeit „portionsweise“ und häufig realisieren und für das Ökosystem (und eine Gesellschaft) möglicherweise verkraftbar sind, realisieren sich Grossgefährdungen als einzelnes Ereignis.²⁹ Als Beispiel soll der Unfall eines Atomkraftwerks angeführt werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass dieser eintritt ist gering und auch einmalig, aber die AKWs stellen für uns ein Grossrisiko da. Der Mensch neigt dazu, Fehler zu machen. Einige Unfälle haben sich bereits ereignet und das Risiko von weiteren ist schlecht abzuschätzen. Durch den Anstieg der sozialen Konflikte auf Grund der Ressourcenknappheit könnte es auch zu Terroranschlägen kommen. Die AKWs stellen die Wunde Europas da.

Der Klimawandel zählt auch zu einer der Grossrisiken unserer Gesellschaft. Versicherungsgesellschaften machen sich über die Kosten zur Sanierung von Gebäuden mehr Gedanken als über die Pensionsvorsorge.

Was kann man gegen derartige Grossrisiken unternehmen?

- Die Kräfte erkennen, die Ursache der Beschränkung wahrnehmen und beseitigen.

²⁹ Vgl. J. Minsch: Skriptum, Nachhaltige Entwicklung I, die Grundlagen nachhaltigen Wirtschaftens, Wien 2005/06 Kapitel 4.2. S 4.

- Statt die verstärkende Schleife noch mehr anzutreiben die beschränkende Schleife fokussieren.³⁰

³⁰ Vgl. J. Minsch: Skriptum, Nachhaltige Entwicklung I, die Grundlagen nachhaltigen Wirtschaftens, Wien 2005/06 Kapitel 4.2. S 7.

6. Das Weltmodell

Die Autoren von 'Limits to growth' (LTG) gehen davon aus, dass sich das Wachstum von Bevölkerung, Wirtschaft, Nahrungsmittelproduktion, Umweltverschmutzung und des Ressourcenverbrauches exponentiell verhält. Damit sei absehbar, dass im Laufe der Zeit Wachstumsgrenzen erreicht werden müssen. Die Fragen, die sich die Wissenschaftler des 'Massachusetts Institute of Technology' (MIT) gestellt haben lauten:

Wie wird sich das Weltsystem verhalten, wenn das Wachstum sich den Maximalgrenzen nähert?

Welche heute vorherrschenden Beziehungen müssen sich ändern, damit das exponentielle Wachstum in einen Gleichgewichtszustand übergeht?

Welches Bild würde die Erde bieten, wenn es kein Wachstum mehr gäbe?

In der MIT-Studie wurden neuartige Technologien der wissenschaftlichen Systemanalysen verwendet und erstmals ein computergestütztes Modell mit der Bezeichnung „World3“. Betrachtet wurde der Zeitraum von 1900 bis 2100. Alle Zustandsgrößen im Modell wie Bevölkerung, Kapital, Umweltverschmutzung beginnen mit den Werten für das Jahr 1900. Für den Zeitraum von 1900 bis 1970 stimmen die jeweiligen Computerwerte mit den jeweiligen historischen Daten überein.

6.1 Der formale Modellaufbau des Weltmodells

Bei der Konstruktion eines Weltmodells ist der Grad der Vorhersage ausschlaggebend. Diese lässt sich mit einem einfachen Beispiel verdeutlichen: wenn man einen Ball senkrecht nach oben in die Luft wirft, kann man mit großer Sicherheit vorhersagen, wie er sich in weiterer Folge verhält, denn er fliegt mit abnehmender Geschwindigkeit nach oben, an einem bestimmten Punkt angekommen ändert sich seine Bewegungsrichtung und er fällt mit zunehmender Geschwindigkeit nach unten. Sollen jedoch exakte Vorhersagen getroffen werden, wie hoch hinauf der Ball fliegen wird, wann er an Geschwindigkeit verliert und an welchem Punkt er kehrt macht, braucht man exakte Daten über den Ablauf und die Akteure dieses Prozesses.

Die Modellkonstruktion, des Weltmodells vom „Club of Rome“ erfolgte in vier Schritten³¹:

1. Zuerst wurden entscheidende kausale Beziehungen zwischen den fünf Grundgrößen (Industrieproduktion, Bevölkerung, Rohstoffvorräte, Nahrungsmittelproduktion, Umweltverschmutzung) festgelegt und die Struktur der Regelkreise geklärt. Es wurde Fachliteratur herangezogen, genauso wie Spezialisten aus Sachgebieten wie Umweltverschmutzungen, Landwirtschaft, Rohstoffe, Bevölkerung, Sozialpolitik, Kapital, Verwaltung oder Dokumentation, die mit diesen Studienobjekten in sachlicher Beziehung stehen: Demographen, Wirtschaftler, Landwirte, Geologen, Ökologen und Ernährungswissenschaftler. Der Sinn des ersten Schrittes war es, die Grundstruktur herauszufinden, welche die wichtigsten Wechselwirkungen zwischen den fünf Grundgrößen widerspiegelte (die Regelkreise). Es wurde versucht, das ganze System so global wie möglich zu sehen.
2. In Folge dessen wurden bestehende Beziehungen so exakt wie möglich definiert. Es wurden Daten benutzt, sofern weltweite Werte vorhanden waren.
3. Der Computer hatte nun die Aufgabe, die Zusammenwirkungen der Beziehungen über einen gewissen Zeitraum zu berechnen. Man hat auch versucht, die besonders kritischen Determinanten herauszufinden.
4. Schließlich wurden die Auswirkungen und die Entwicklung interpretiert.

Es gibt kein starres Weltmodell, das Modell befindet sich in ständiger Entwicklung.

„Das dynamische Modell beruht auf denselben unvollständigen Informationen, wie sie intuitiven Modellen zu eigen sind, aber es ermöglicht die organisierte Ordnung zahlreicher Informationen aus den verschiedenen Quellen mittels einer Struktur von Regelkreisen, die sie exakt miteinander verknüpfen und jederzeit der Analyse zugänglich macht. Wenn einmal alle Annahmen zusammentragen

³¹ Vgl. D. Meadows, Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, New York 1972 S 77.

und niederschrieben sind, stehen sie der Kritik zu Verfügung. Die Reaktion des Systems auf verschiedenartige Massnahmen lässt sich jederzeit überprüfen.³²

³² D. Meadows, Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, New York 1972, S. 109.

6.1.1 Regelkreise im Weltmodell

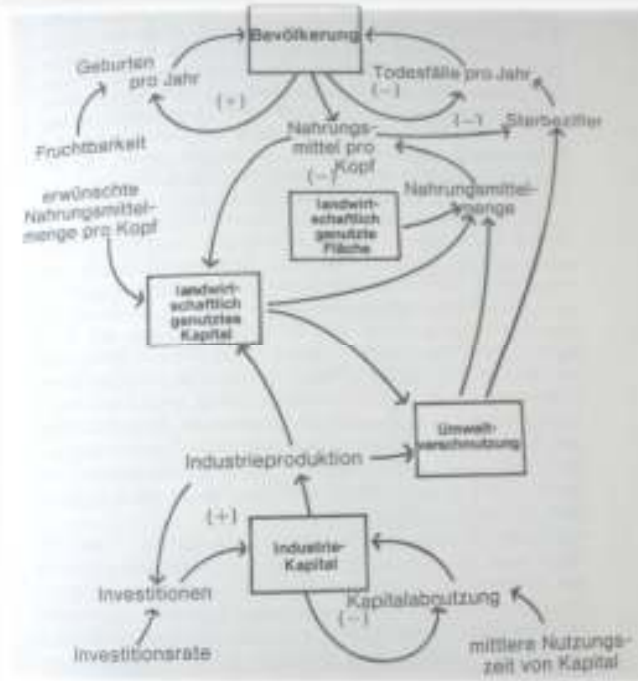
Das Weltmodell, auf dem die hier veröffentlichten Untersuchungen beruhen, ist ein dynamisches Modell komplexer Systeme. Aus der Theorie dynamischer Modelle ergibt sich, dass jedem exponentiellen Wachstum die Funktion eines positiven rückgekoppelten Regelkreises zugrunde liegt. Die Beziehung zwischen zwei Größen kann entweder positiv, das heißt sich gegenseitig verstärkend oder negativ sein. Ein Beispiel wäre die Lohn-Preis-Spirale: Steigende Löhne haben steigende Geldausgaben und damit steigende Preise zur Folge, die wiederum die Forderung nach noch höheren Löhnen verursachen. In einem positiv rückgekoppelten Regelkreis ist die Kette von Ursache und Wirkung in sich selbst kurzgeschlossen. Wenn also in einem Regelkreis ein Bestandteil zunimmt, verursacht dies Veränderungen der anderen Faktoren, die wiederum auf das ursprüngliche Element zurückführen, sodass dieses noch weiter anwächst.

Keiner der fünf makroökonomischen Größen, um die es hier geht, wirkt unabhängig. Jeder steht in ständiger Wechselwirkung mit allen anderen. Die Bevölkerung kann nicht wachsen ohne Ernährung; die Nahrungsmittelproduktion wächst mit der Zunahme des Kapitals; mehr Kapital erfordert mehr Rohstoffe; verbrauchte Rohstoffe tragen zur Umweltverschmutzung bei, und die Umweltverschmutzung beeinflusst wieder die Bevölkerungszunahme und das Ansteigen der Nahrungsmittelproduktion. Ausschlaggebend ist, dass über längere Zeit jeder einzelne Faktor auch sich selbst beeinflusst.

Bei jedem Regelkreisdiagramm ist auch die rechte Seite ausschlaggebend, nämlich der Bereich negativer Rückkopplungen. Während Regelkreise mit positiver Rückkopplungsschleife zu exponentiellem Wachstum führen, wirken negative Regelkreise regulierend und tendieren dazu, ein System in ein Gleichgewichtszustand zu bringen.

Beispiel eines Regelkreises:

Jedes Jahr wächst die Bevölkerung entsprechend der Gesamtzahl der Geburten (positiver Regelkreis), und vermindert sich gleichzeitig entsprechend der Gesamtzahl der Todesfälle (negativer Regelkreis). Die Bevölkerung wächst,



solange die Zahl der Geburten größer ist als die Zahl der Todesfälle. Entsprechend führt eine bestimmte Kapitalmenge bei einer bestimmten Produktivitätsrate zu einer bestimmten Größe der jährlichen Produktion. Ein Teil dieser Produktion sind Investitionsgüter, die das Kapital erhöhen. Gleichzeitig nützen sich gewisse Maschinen ab und

werden abgeschrieben. Einige wandern auf den Schrotthaufen. Damit das Kapital wächst, muss die Investitionsrate höher als die Abnutzrate sein.

Abb.3.:Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, 1973, S. 111

Das Flussdiagramm in Abb. 3 soll veranschaulichen, dass eine gewisse Variable durch einen positiven Regelkreis wächst. Durch weitere Faktoren wird jedoch der Prozess des Wachstums verlangsamt (negative Regelkreise) bzw. nach einer gewissen Zeitperiode kommt es zum Abschwung. Der Nachteil dieser Flussdiagramme ist das Fehlen der zeitlichen Komponente.

Die Wechselwirkungen in der Abbildung 3 sind typisch für die vielen miteinander verketteten Regelkreise innerhalb des Weltmodells. Andere Regelkreise erfassen beispielsweise die Flächen kultivierten Landes auf der Erde und die Raten seiner Urbarmachung und Erosion, die Daten für die Freisetzung von Schadstoffen und deren Abbau in der Umwelt, und

den Gleichgewichtszustand zwischen verfügbaren Arbeitsplätzen und den vorhandenen. Um sich über die Komplexität des gesamten Flussdiagramms, welches im Buch die Grenzen des Wachstums dargestellt wird, im Klaren zu sein, wird auf die Abbildung 5 verwiesen.

Die wachsende Industrialisierung und Bevölkerung sind positive Regelkreise, die ein exponentielles Wachstum aufweisen. Die Faktoren Rohstoffe, Umweltverschmutzung und Hungersnöte wirken in noch nicht absehbarer Zeit regulierend oder führen zu einem exponentiellen Abschwung. Diese sind die - wie oben schon erwähnt - negativen Regelkreise. (vgl. Abb. 4)

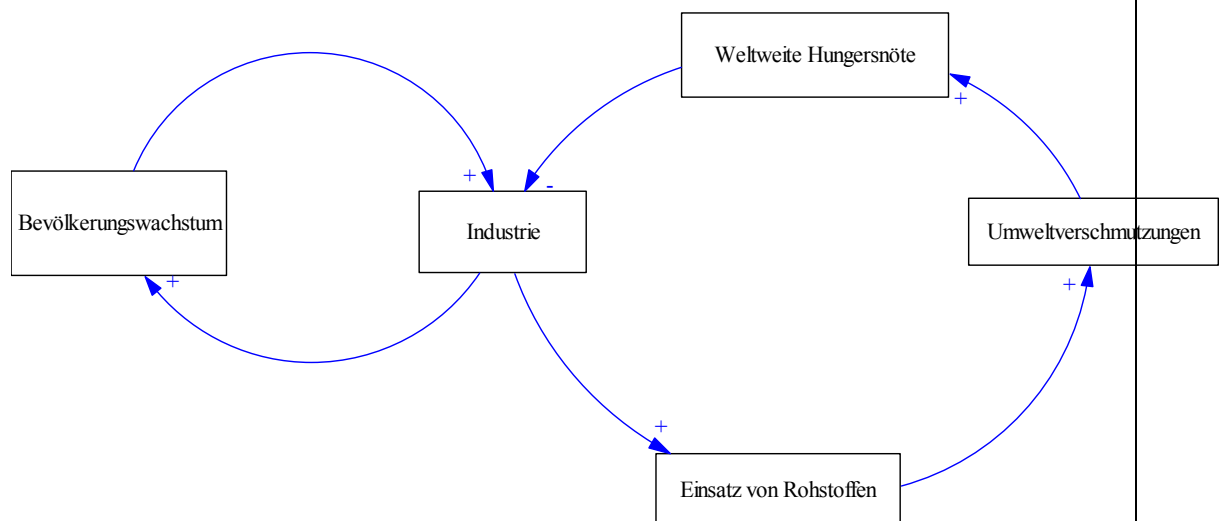


Abb. 4.: Clara Picher: Die Grenzen des Wachstums, 2006

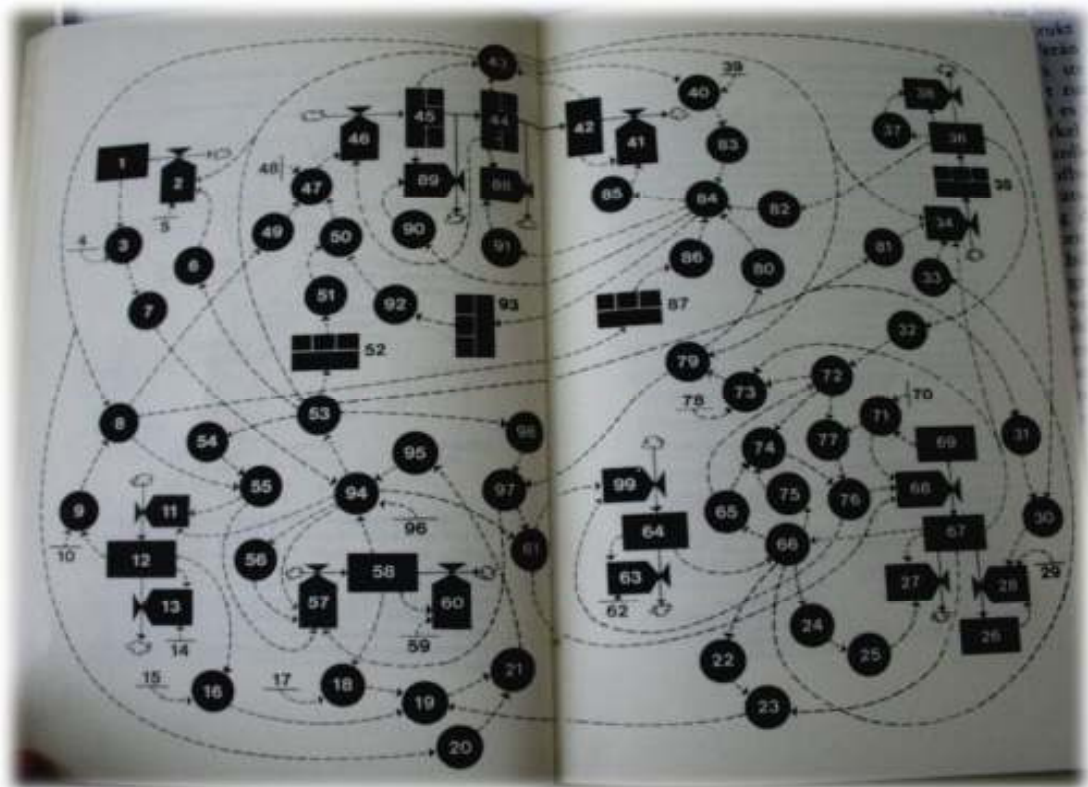


Abb.4 Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, 1973, S. 88

Fünf Trends wurden in dem Computermodell „World3“ mit ihren komplexen Wechselwirkungen untersucht:

1. die Beschleunigung der **Industrialisierung** (industrielle Gesamtproduktion pro Kopf; als Maßstab dient der Dollarwert je Kopf und Jahr);
2. das rapide **Bevölkerungswachstum** (Gesamtzahl aller lebenden Menschen);
3. die weltweite **Unterernährung** (Nahrungsmittel pro Kopf; angegeben in Kilogramm Getreide als Vergleichsmaßstab je Kopf und Jahr);
4. die **Ausbeutung der Rohstoffreserven** (nicht regenerierbare Rohstoffvorräte; angegeben als Vielfaches des Wertes von 1900);
5. die **Zerstörung des Lebensraums** (Umweltverschmutzung; angegeben als Vielfaches des Wertes von 1970)

Weiters wurde dazu die aus der Simulation resultierende Geburtenrate (B), Sterberate (D) und der Umfang der Dienstleistungen (S) pro Kopf (in Dollar pro Kopf und Jahr) angegeben.

Das Systemverhalten tendiert eindeutig dazu, die Wachstumsgrenzen zu überschreiten und zusammenzubrechen.³³ Der Zusammenbruch wird sichtbar durch den Abfall der Wirtschaftsleistung, durch sinken der Ressourcen und der Nahrungsmittelproduktion sowie durch Bevölkerungsrückgang.

Eine zentrale Grenze des Wachstums auf der Erde stellt die Verfügbarkeit von landwirtschaftlich nutzbarem Land dar.

Die Autoren von LTG 1972 gehen von etwa 3,2 Milliarden Hektar nutzbarem Land auf der Erde aus. Jeder Mensch benötigt laut der Simulation etwa 0,4 Hektar zur Deckung seiner Bedürfnisse. Der Kurvenverlauf in Abb. 6 spiegelt deshalb den Verlauf des Bevölkerungswachstums wider. Dünn ausgezogen sind die Linien des hochgerechneten Landbedarfes nach 1970. Die Gesamtfläche nutzbaren Landes sinkt mit wachsender Bevölkerung, sowie mit Städtebau und Industrialisierung. In der Grafik wird angenommen, dass für jeden Menschen 0,08 Hektar an Fläche verbaut werden müssen - für Wohnung und Infrastruktur. Die gestrichelten Kurven zeigen den Bedarf an

³³ Vgl. Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, 1973, S. 111

landwirtschaftlich nutzbarem Land, wenn die Produktivität von 1970 verdoppelt beziehungsweise vervierfacht wird.

Die Abb. 7 zeigt also, dass die begrenzte Nutzfläche auf der Erde – egal wie optimistisch die Annahmen auch sind – noch vor dem Jahr 2100 zu einer Grenze des Wachstums werden. Auch in der 2005 erschienen Ausgabe 'LTG – The 30-year update' wird beschrieben, dass zwischen den Jahren 1900 und 2000 die permanent genutzte Anbaufläche von rund 0,75 Mrd. Hektar auf 1,5 Mrd. Hektar mit der steigenden Weltbevölkerung ausgeweitet wurde. Nun sei eine Grenze überschritten, ab der die Urbarmachung von Land immer teurer würde.³⁴ Zu dem könne Erosion und Landverlust durch Verbauung in Zukunft keineswegs mehr durch weitere Abholzung von Wäldern abgefangen werden. So wurden laut eines Berichts der FAO zwischen 1990 und 2000 pro Jahr 15 Mio. Hektar Regenwald abgeholzt und zum Großteil der Landwirtschaft zugeführt. Eine Fläche von der Größe Mexikos.³⁵

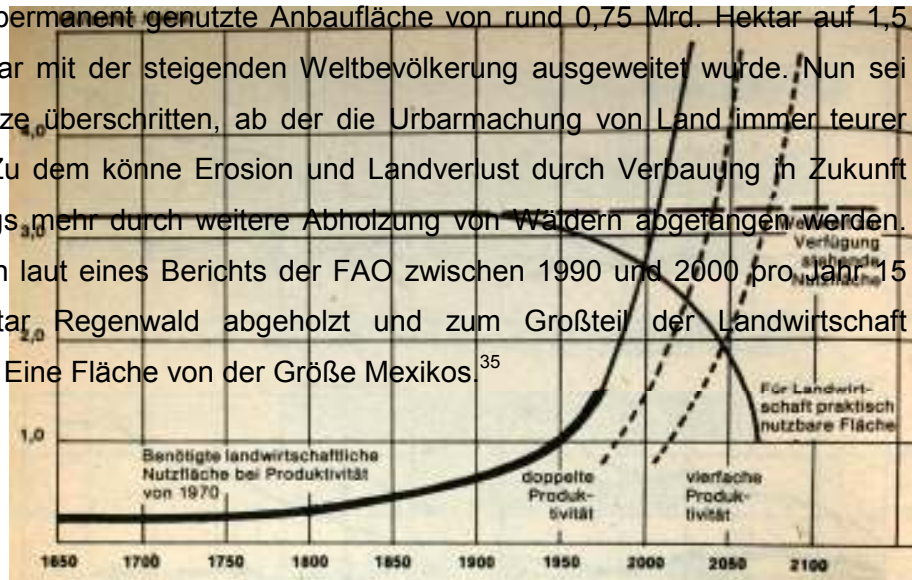


Abb. 6: Landwirtschaftliche Nutzfläche versus Bevölkerungswachstum.

6.2 Das Weltmodell auf der Zahlenbasis von 1970

6.2.1 Der Standardlauf, Basis 1970

Der so genannte „Standardlauf“ des Weltmodells zeigt die Ergebnisse der Computer-Simulation unter der Voraussetzung, dass keine größeren Veränderungen physikalischer, wirtschaftlicher und sozialer Zustände eintreten.

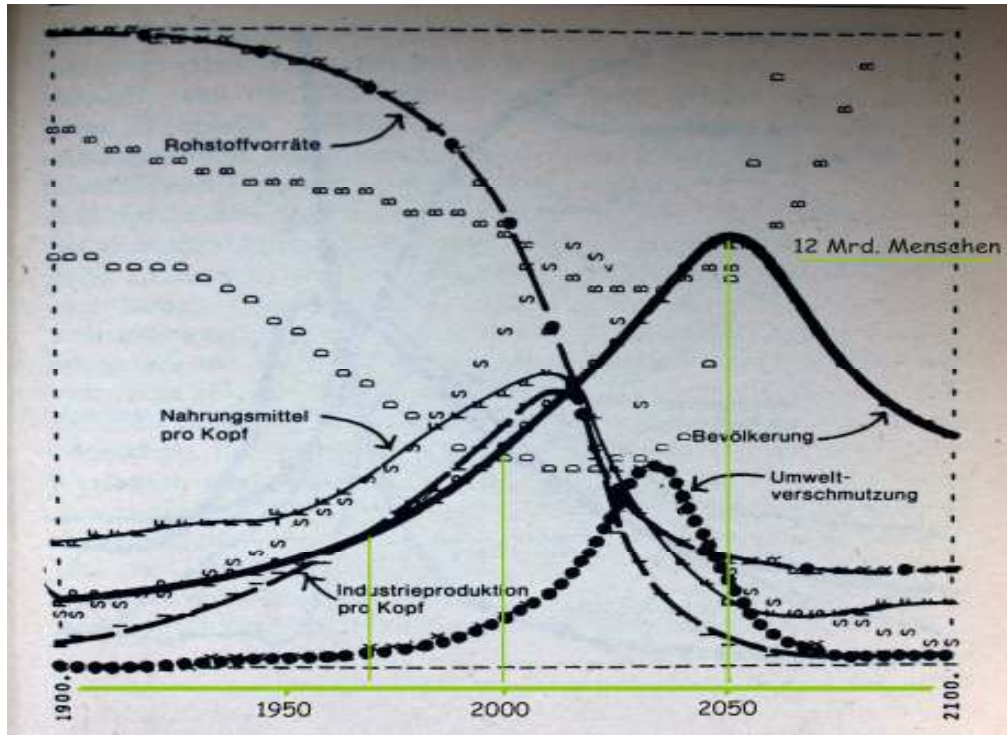
³⁴ Vgl. Dennis L. Meadows, Limits to Growth – The 30-year update, 2005, S. 65

³⁵ Vgl. Dennis L. Meadows, Limits to Growth – The 30-year update, 2005, S. 77

Alle eingespeisten variablen Größen sind die der historischen Entwicklung von 1900 bis 1970.

Nahrungsmittelerzeugung, Industrieproduktion und Bevölkerungszahl steigen

weit
er
exp
one
ntiel
l,
bis
die
rasc
h
sch
win
den
den
Roh



stoffvorräte zum Zusammenbruch des industriellen Wachstums führen. Da aber zeitliche Verzögerungsfaktoren wirken, steigen Bevölkerungszahl und Umweltverschmutzung auch danach noch einige Zeit weiter.

Fallende Nahrungsmittelversorgung und der Ausfall von Dienstleistungen, wie medizinische Versorgung, führen zu einer steigenden Sterberate.³⁶

³⁶ Vgl. Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, 1973, S. 113

Laut Prognose des Standardlaufes würden die Wachstumszahlen von Industrie und Landwirtschaft noch bis etwa 2010 oder 2015 mit dem Bevölkerungswachstum mithalten können. In dieser Zeit steigt die Bevölkerungszahl der Erde von 3,6 Mrd. (1970) auf rund 7 Mrd. Menschen. Danach kommt es zum Zusammenbruch der Industrieproduktion, weil die Ressourcen in Landwirtschaft und Industrie knapp und teuer werden.

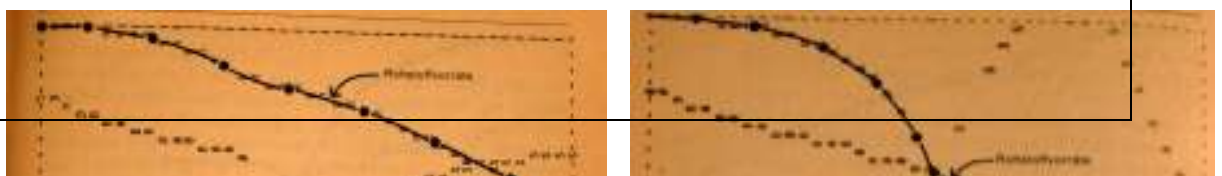
Etwas zeitverzögert würde ab dem Jahr 2030 die Sterberate sprunghaft ansteigen. Zwischen den Jahren 2050 und 2100 würde sich die Weltbevölkerung von rund 12 auf 7 Mrd. und in Folge noch weiter verringern. Der Grad der Umweltverschmutzung würde 2050 weltweit etwa viermal so groß sein wie im Jahr 2000 und rund 16mal so groß wie 1970.

Abb. 7: Der „Standardlauf“ des Weltmodells, Basisdaten aus 1970.

Der Standarddurchlauf aus dem Jahr 1970 zeichnet also apokalyptische Zustände. Innerhalb weniger Jahrzehnte würden mehrere Milliarden Menschen an den Folgen von Hunger, Krankheit und Krieg sterben.

6.2.2 Suche nach dem Gleichgewicht

Ziel der Wissenschaftler war es, ein Szenario zu finden, in dem sich ein Gleichgewicht in der Computersimulation einstellt. Bevölkerungswachstum, Nahrungsmittelerzeugung, Industrieproduktion und Umweltverschmutzung sollten auf ein stabiles Niveau eingestellt werden. Viele Szenarien wurden durchgespielt, zwölf in Form von Diagrammen im Buch LTG veröffentlicht. Die meisten Szenarien endeten im Kollaps. Es zeigte sich ganz deutlich, dass die Zeit eine entscheidende Position einnimmt. Bei exponentiellen Wachstumsraten lässt sich ein Problem anfänglich noch durch einfache Maßnahmen lösen; ein Eingriff wenige Jahre später kann den drohenden Kollaps schon nicht mehr stoppen.



Perfekte Bedingungen ab 1975

Um ein Gleichgewicht in der World3-Simulation zu erreichen definierten die Wissenschaftler sieben Themenbereiche die ab 1975 weltweit umgesetzt sein müssen.³⁷ Zu den Maßnahmen zählen: weltweit optimale Geburtenkontrolle (zwei Kinder je Frau); stark forcierter Einsatz der Kernenergie; drastische Beschränkungen im Bereich der Industrialisierung und des Ressourcenverbrauches.

In wenigen Jahrzehnten hätte sich so ein Gleichgewicht einstellen lassen, wie Abb. 8 zeigt. Dabei wären die Nahrungsmittel- und Industrieproduktionen sowie der Wert der Dienstleistungen pro Kopf im Jahr 2050 rund dreimal so hoch wie im Jahr 1970. Bei einer perfekten Geburtenkontrolle ab 1975 würde sich eine Weltbevölkerung von rund 7,5 Mrd. Menschen einstellen.

Perfekte Bedingungen ab 2000

Kommen dieselben Maßnahmen erst im Jahr 2000 zum Einsatz, ist der Verlust von Wohlfahrt nicht mehr zu verhindern (siehe Abb. 9). Die Weltbevölkerung würde auf rund 10 Mrd. Menschen bis ins Jahr 2030 anwachsen. Damit ist laut Simulationsmodell die Tragfähigkeit der Erde überschritten. Es lässt sich zwar noch ein kurzer Gleichgewichtszustand halten, auf Grund von Rohstoff- und Lebensmittelknappheit bricht die Industrie aber ab dem Jahr 2030 ein.

Kollaps im 21. Jahrhundert sicher?

Laut den Simulationen von World3 schien es den Wissenschaftlern also bereits im Jahr 1972 kaum noch möglich, einen Kollaps der Weltwirtschaft im 21.

³⁷ Vgl. Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, 1973, S. 147.

Jahrhundert zu verhindern. Es schien bereits damals klar, dass nicht in wenigen Jahren alle tief greifenden Regelungen aktiviert werden können, damit ein Gleichgewicht, wie es in Abb. 8 dargestellt ist, möglich wird.

Das Grundverhalten des Weltsystems ist das exponentielle Wachstum von Bevölkerungszahl und Kapital bis hin zum Zusammenbruch. ... Wenn man von der Annahme ausgeht, Bevölkerungswachstum und Kapital dürften nicht beschränkt werden und sollten sich selbst einpendeln, ist es einfach unmöglich, irgendwelche Maßnahmen zu finden, die dieses Überschießen von Grenzen verhindern könnten.³⁸

6.3 Das Weltmodell auf der Zahlenbasis von 2005

Auf Grundlage der neuesten Daten wurde im Jahr 2005 das Buch 'Limits to Growth – The 30-year update' herausgebracht. Darin wird das World3-Simulationsmodell mit den neuesten Zahlen gespeist. Es gibt die Möglichkeit, die Szenarien aus heutiger Sicht mit jenen aus 1972 zu vergleichen. Laut dem Standardlauf aus 1972 ist die Welt ja nur noch wenige Jahre vom globalen Wirtschaftskollaps entfernt.

Das Vorwort der Autoren liest sich als ein bitterer Vorgeschmack auf das, was neue Untersuchungen und Prognosen in Bezug auf die Grenzen des Wachstums verheißen: „...*we are much more pessimistic about the global future than we were in 1972. It is a sad fact that humanity has largely squandered the past 30 years in futile debates a well-intentioned, but halfhearted, responses to the global ecological challenge. We do not have another 30 years to dither.*“³⁹

Die Autoren weisen darauf hin, dass die Tragfähigkeit der Erde bereits in den 80er-Jahren überschritten wurde. Deshalb veröffentlichte der „Club of Rome“ auch das Buch 'Beyond the Limits' im Jahr 1992.

Als 'Ökologischer Fußabdruck' wird das Ausmaß der nutzbaren Fläche auf der Erde bezeichnet, die ein Mensch braucht, um seine Bedürfnisse decken zu

³⁸ Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome, 1973, S. 129.

³⁹ Vgl. Dennis L. Meadows, Limits to Growth – The 30-year update, 2005, Autors' Preface, XVI.

können. Um ausreichend Nahrung und Rohstoffe zu erhalten und seine Emissionen abzubauen. Das Ausmaß dieser Fläche, die jeder Mensch für sich beanspruchen muss, hat sich seit 1960 von 0,6 Hektar auf 1,2 Hektar pro Mensch verdoppelt. Ebenso hat sich in dieser Zeit die Erdbevölkerung von 3,6 auf mehr als 6 Mrd. Menschen nahezu verdoppelt. Ein Umstand der die Tragfähigkeit der Erde übersteigt, warnen die Autoren von LTG.

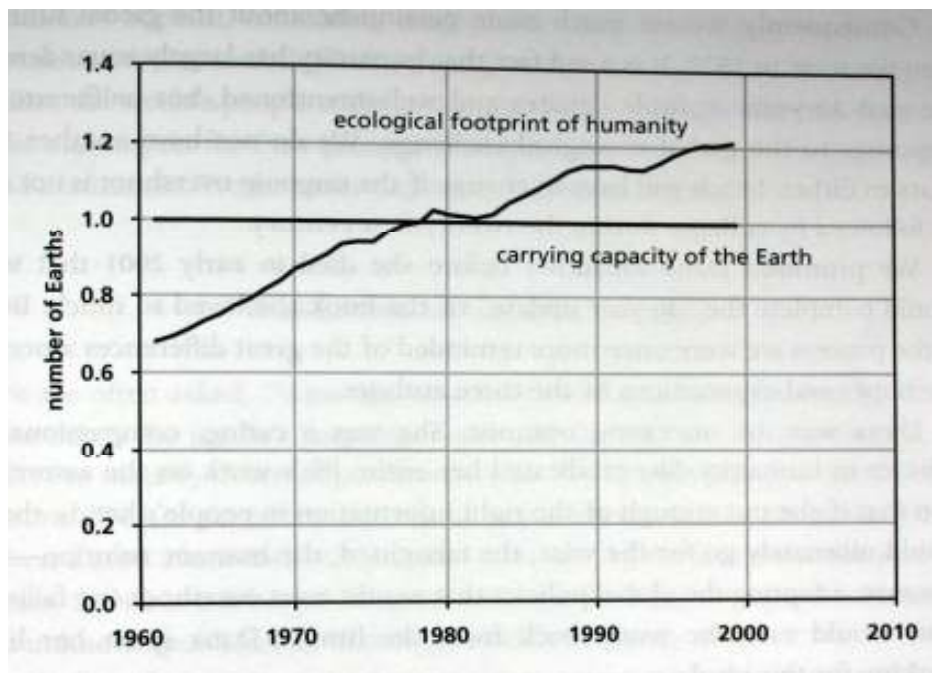


Abb. 10: Der Mensch lebt auf zu großem Fuß. Laut den Autoren von LTG hat die Menschheit Kapazität der Erde bereits in den 80er-Jahren deutlich überschritten. Der Ökologische Fußabdruck ist zu groß.

6.3.1 Der Standardlauf, Basis 2005

Im „30-year update“ von LTG wird der Standardlauf als „Referenzpunkt“ bezeichnet. Die Autoren weisen darauf hin, dass der Standardlauf nicht wichtiger ist als die anderen Szenarien, die im Buch durchgespielt werden. Trotzdem ist festzuhalten, dass der Standardlauf aus 1972 in seinen Prognosen den vergangenen 30 Jahren wohl am besten gerecht wurde. Die Deckungsgleichheit der Standardläufe von 1972 und 2005 sind erschreckend.

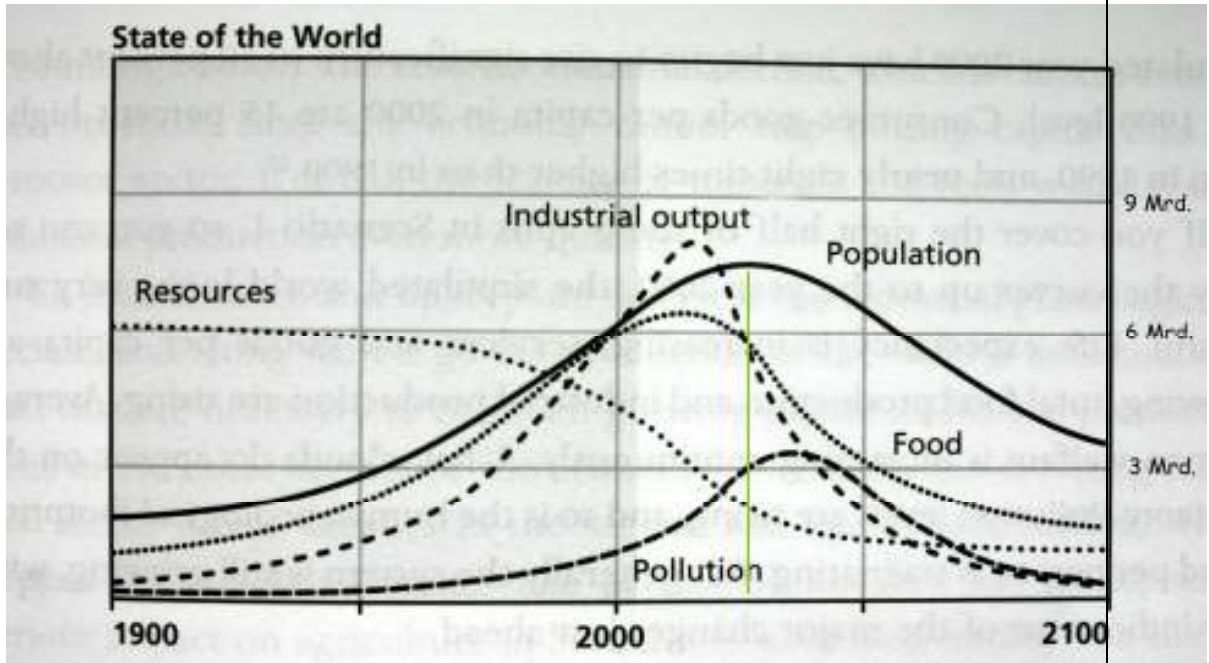


Abb. 11: Der „Standardlauf“ des Weltmodells auf Basisdaten aus dem Jahr 2005.

Der Standardlauf schließt alle aktuell verfügbaren Zahlen ein und berechnet auf Grund wahrscheinlicher Entwicklungen das Modell für die weiteren Jahre. Dabei wird davon ausgegangen, dass es seitens der Politik und der Handlungsweisen der Weltbevölkerung zu keinen eingreifenden Veränderungen kommt.

Wie der Standardlauf aus 1972 berechnet auch der Standardlauf 2005 einen Kollaps von Wirtschafts- und Nahrungsmittelproduktion in den Jahren 2015 bis 2020. Auch das Ausmaß von Umweltverschmutzung und Ressourcenausbeutung geht konform mit der fast 35 Jahre älteren Prognose. Die Weltbevölkerung erreicht im neuen Standardlauf allerdings nur noch rund 7,5 statt 12 Mrd. Menschen. Eine positive Veränderung gegenüber der Prognose aus 1972. Trotzdem würde die Weltbevölkerung zwischen 2030 und 2100 um rund 4 Mrd. Menschen sinken. An der prognostizierten Katastrophe hat sich in den vergangenen 33 Jahren also nichts geändert.

6.3.2 Gleichgewicht noch einstellbar

Auch für das Update von LTG haben die Wissenschaftler ein Szenario erstellt, bei dem ein Gleichgewicht erreicht wird: Mit der Annahme von drastischen Maßnahmen und sofortiger weltweiter Wirkung ab dem Jahr 2002.

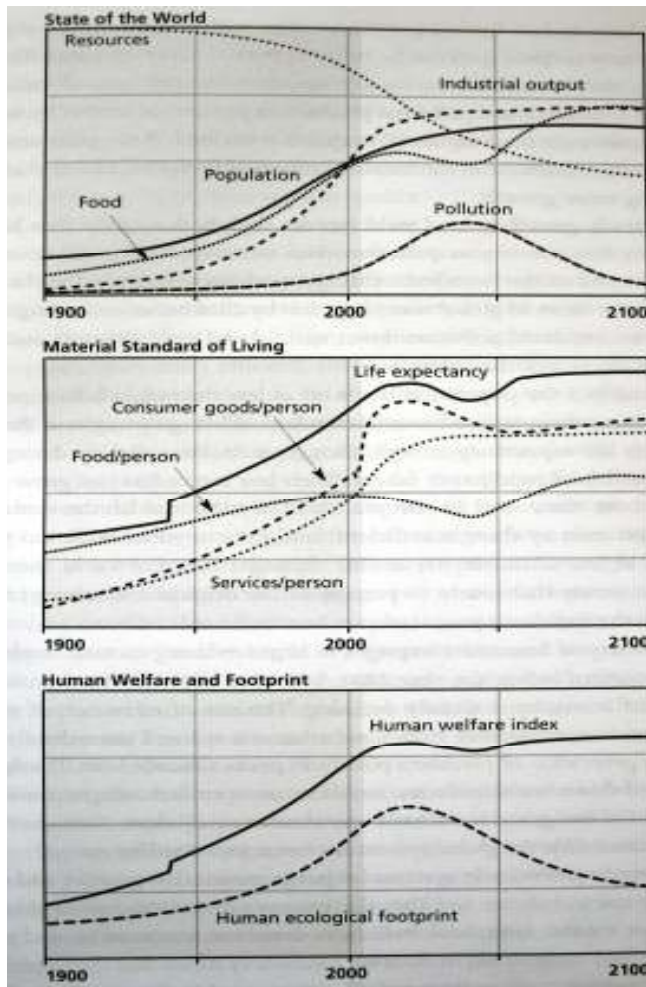


Abb. 12: Selbst der theoretisch denkbare Optimalfall führt zu Einschränkungen in vielen Bereichen.

Zu den Maßnahmen zählen wiederum perfekte Geburtenkontrolle (Geburten den Sterbefällen angepasst); neue Technologien, die Ressourcen und Umwelt in höherem Maße schonen als bisher; Maßnahmen zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutzfläche; und weiter steigende Hektarerträge. Das Wirtschaftswachstum wird in diesem Modell durch Maßnahmen beschränkt und so auf ein stabiles Niveau eingependelt. Die Bevölkerung denkt und lebt im Geist der Nachhaltigkeit.

So gelingt es den „Ökologischen Fußabdruck“

wieder zu verkleinern und auf ein Niveau von 1970 zurückzuführen, auf dem die Tragfähigkeit der Erde noch nicht überschritten war.

Trotz der bestmöglichen und unrealistisch optimistischen Annahmen zeigen die Kurven, dass ein Gleichgewicht ohne Einbußen nicht mehr erreichbar ist. Was vor 30 Jahren noch theoretisch möglich war, ist heute theoretisch unmöglich. Die Lebenserwartung, die Nahrungsmittelproduktion, die Wohlfahrt erfahren einen vorübergehenden Rückgang. Selbst die Tatsache, dass die Wohlfahrt nicht mehr gesteigert werden kann, wie es die Menschheit im gesamten 20. Jhdt. gewohnt war, könnte als Rückschritte wahrgenommen werden. Vom Leben auf großem Fuß muss sich die Menschheit verabschieden wodurch sich

der Materialismus eindämmt. Es wird vermehrt auf Qualität und nicht auf Quantität Wert gelegt.

6.3.3 Wachstum im Stadium des Gleichgewichts

John Stuart Mill schrieb 1857:

„Es erscheint kaum notwendig, besonders zu betonen, dass ein Zustand konstanten Kapitals und gleich bleibender Bevölkerungszahl nicht mit einem stillstehenden Zustand menschlicher Erfindergabe gleichzusetzen ist. Es gäbe ebensoviel Spielraum für alle Arten geistiger Kultur, für moralischen und sozialen Fortschritt, genauso viel Möglichkeiten, die Lebensführung zu verbessern, und es wäre wahrscheinlicher, dass dies auch geschehen würde.“⁴⁰

Bevölkerung und Kapital sind die einzigen Größen, die im Stadium des Gleichgewichts konstant bleiben müssen. Jede menschliche Tätigkeit, die keine großen Mengen unersetzbarer Rohstoffe benötigt oder Schadstoffmengen freisetzt, könnte ohne Beschränkung und praktisch unendlich zunehmen. Besonders jene Tätigkeiten, die viele als besonders erstrebenswert und befriedigend einstufen – wie Erziehung und Schulung, Ausübung von Musik, Religion, wissenschaftliche Grundlagenforschung, Sport und soziale Kontaktpflege, könnten sich schrankenlos entwickeln.⁴¹

⁴⁰ John Stuart Mill, *Principles of Political Economy* in *The Collected Works of John Stuart Mill*, hrsg. Von Balden, V. W., u. Robson, J. M., Toronto 1965. S. 754.

⁴¹ Dennis L. Meadows: *Die Grenzen des Wachstums*, Bericht des Club of Rome, 1973, S. 157.

7. Kollaps droht – suche nach Vorzeichen

Die zeitliche Verschiebung zwischen Ursache und Wirkung ist ein wesentliches Problem im Bemühen, einem drohenden Kollaps vorzubeugen. Viele Jahre vergehen zwischen der Verbrennung fossiler Stoffe bis zu der Zeit, in der der Treibhauseffekt für den einzelnen Menschen wahrnehmbar wird. Unmerklich für den Einzelnen, führt steigende Lebenserwartung zu einem dramatischen Bevölkerungsanstieg. Die Konsequenzen der Rodung von Regenwald oder Ausbringung von gentechnisch verändertem Saatgut können erst in vielen Jahren beurteilt werden.

7.1 Bevölkerungswachstum

Wie bereits mehrmals erwähnt, ist die Bevölkerungsentwicklung entscheidend für ein Abwenden des Zusammenbruchs des Weltmodells. Wird Bevölkerungsentwicklung von der Politik beschränkt, wird damit auch eine der wesentlichen Freiheiten des Menschen eingeschränkt. Denn darf eine Familie nur noch zwei statt den gewünschten vier Kindern haben, kann das als Verlust von Lebensqualität interpretiert werden.

Die derzeitige Bevölkerungsentwicklung kann nur schwer als Vorzeichen eines Kollapses gedeutet werden. Schließlich sinken die Geburtenzahlen der Erde, laut Angaben der United Nations (UN), seit 1800. Nur steigt die Lebenserwartung schneller als die Geburtenzahlen sinken.⁴² Auch der Höhepunkt des Bevölkerungswachstums liegt bereits hinter uns.

Das Bevölkerungswachstum zwischen 1650 und 1970 verlief sozusagen „superexponentiell“.⁴³ Denn auch die Zuwachsraten wuchsen regelmäßig an:

Im Jahr 1650 wird die Weltbevölkerung auf 0,5 Milliarden Menschen geschätzt.

Die Lebenserwartung liegt bei 30 Jahre. Die Bevölkerung wächst mit einer Rate von 0,3 %.

Im Jahr 1970 wird die Weltbevölkerung auf 3,6 Milliarden Menschen geschätzt.

⁴² Vgl. Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome, 1973, S. 28.

⁴³ Vgl. Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome, 1973, S. 26.

Die Lebenserwartung hat sich verdoppelt und die Wachstumsrate auf 2,1 % erhöht.

Die Verdoppelungszeit der Weltbevölkerung beträgt nun 33 statt 250 Jahre.

Das superexponentielle Wachstum ist vorbei. 1985 lag die Zuwachsrate bei 1,7 %, im Jahr 2000 lag die Rate bei 1,23 %.⁴⁴

Jahr	Weltbevölkerung in Mrd. Menschen	Zuwachsrate in Prozent	Zuwachs in Mio. Menschen pro Jahr
1650	0,50	0,3	1,5
1970	3,69	2,1	71
1985	4,82	1,71	82

7.2 Ressourcenverbrauch

Die Menschheit hatte schon mehrmals mit der Verknappung von Ressourcen zu kämpfen. Bisher konnte durch technologischen Fortschritt immer eine Lösung gefunden werden. Ständig werde neue Ressourcen entdeckt und Möglichkeiten gefunden, diese wirtschaftlich nutzbar zu machen.

Laut Berechnungen des „Club of Rome“ müssten einige Ressourcen der Erde bereits völlig erschöpft sein. Auf Grund den Verbrauchsraten von 1970, dem damaligen Wissen über Abbautechnik und Reserven wurden einige Zahlen veröffentlicht, die in der nachfolgenden Tabelle mit aktuellen Zahlen des Club of Rome verglichen werden.

Ressource	Laut Daten aus	Im Jahr 1970	Laut Daten aus	Laut Daten von
------------------	-----------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------

⁴⁴ Vgl. Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome, 1973, S. 26 und Dennis L. Meadows, Limits to Growth – The 30-year update, 2005, S 29.

	1970 verfügbar bis ins Jahr	vorhandene Reserven	2000 verfügbar bis ins Jahr	2000 vorhanden Reserven
Aluminium	2070	1,17 Mrd. t	2081	25 Mrd. t
Kupfer	2008	308 Mio. t	2025	340 Mio. t
Blei	1983	91 Mio. t	2017	64 Mio. t
Erdöl	2003	72,5 km ³	2040	k. A.
Silber	1988	0,17 Mio. t	2015	0,28 Mio. t
Zinn	1989	4,35 Mio. t	2028	8 Mio.t
Zink	1995	123 Mio. t	2020	190 Mio. t
Eisen	2210	100 Mrd. t	2065	74 000 Mrd. t

Tabelle 2: Ressourcen, Verfügbarkeit, Reserven, Prognosen

Auf Grund der stark schwankenden Prognosen über den Verbrauch von Ressourcen, der Verfügbarkeit und der Reserven, kann aus den derzeitigen Zahlen kein bevorstehender Kollaps abgelesen werden. Auch zu Preissteigerungen bei einzelnen Rohstoffen ist es in der Vergangenheit immer wieder gekommen. So verteuerte sich Quecksilber zwischen 1950 und 1970 um 500 %. Der Preis für Blei stieg zwischen 1940 und 1970 um 300 %. Im Jahr 2006 melden Medien Rekordpreise bei Öl, Gold, Silber und Platin – als Beispiel Auszüge von der Homepage des ORF:

In den Jahren 2004 und 2005 hat sich der Preis für ein Fass Öl der Nordsee-Sorte Brent von 29,4 auf über 61 Dollar (49,8 Euro) mehr als verdoppelt.⁴⁵ Der Ölpreis erreichte am 20. April 2006 seinen Höchststand mit 72,29 Dollar je Barrel. Im Sog des Öls steigt auch der Goldpreis: Gold stieg 19. April 2006 auf ein 25-Jahres-Hoch von 626,75 Dollar je Feinunze. Auch Silber und Platin markierten neue Mehrjahreshochs: Silber ist mit 14,27 Dollar je Feinunze so teuer wie seit 23 Jahren nicht mehr. Platin markierte ein Rekordhoch von 1.121 Dollar je Feinunze.⁴⁶

Verteuerungen dieser Art sind wohl bei vielen Menschen ein Grund für Ärger oder Sorge, aber kein Beweis für einen bevorstehenden Zusammenbruch des Wirtschaftssystems.

⁴⁵ Vgl. <http://www.orf.at/060419-98663/index.html>; 21. 4. 2006

⁴⁶ Vgl. <http://www.orf.at/060419-98663/index.html>; 21. 4. 2006

7.3 Umweltverschmutzung

Die Autoren von LTG schreiben noch 1972: *Wenn der Gebrauch natürlicher Brennstoffe (anm.: gemeint sind fossile Brennstoffe) eines Tages durch die Freisetzung genügender Kernenergie ersetzt werden sollte, hört auch die Freisetzung von Kohlendioxid (CO₂) auf, vielleicht, wie man hofft, ehe es messbare ökologische und klimatologische Wirkungen hinterlassen hat.*⁴⁷ Das waren die damaligen Ansichten, die sich durch geschichtliche Ereignisse als falsch herausgestellt haben.

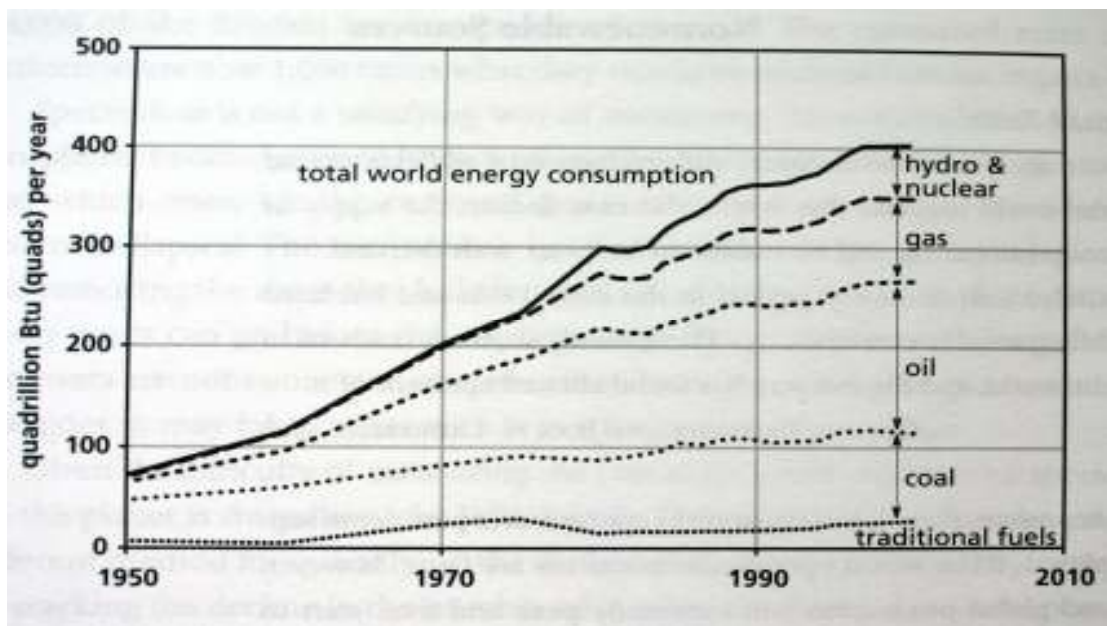


Abb. 12: Mehr als 80 % des gesamten Energieverbrauches auf der Welt wird durch fossile Energieträger gedeckt.

Ein Wunschdenken der Autoren, das in keiner Weise erfüllt wurde, wie Abb. 12 zeigt. Umweltverschmutzung ist relativ gut wahrnehmbar. Seit den 70er Jahren hat sich in diesem Bereich einiges getan: Tschernobyl, das Ozonloch und damit steigende Hautkrebsraten. Kaum ein Wissenschaftler bestreitet heute noch den Einfluss des Menschen auf das Klima und die globale Erwärmung. Während man 1972 noch hoffen durfte, dass man den CO₂-Ausstoß reduzieren könnte bevor Veränderungen in der Atmosphäre messbar würden, ist man heute mit der traurigen Realität konfrontiert. Messungen im Polareis haben ergeben, dass der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre von 270 parts per million (ppm) auf mehr als 370 im Jahr 2000 angewachsen ist und weiter in exponentieller Form anwächst.

⁴⁷ Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome, 1973, S.

Der bisherige Höchstwert in der Geschichte der Menschheit ist bereits bei weitem überschritten.⁴⁸

Die dramatischen Veränderungen in der Natur sind für viele Menschen spürbar und beunruhigend. Durchaus erkennbare Vorzeichen für ein aufziehendes Gewitter – aber offensichtlich immer noch zu wenig, um die Menschheit und damit die politischen Entscheidungsträger zu einer dramatischen Richtungsänderung zu drängen.

7.4 Unterernährung

Als das Buch LTG geschrieben wurde starben pro Jahr rund 10 bis 20 Mio. Menschen pro Jahr. Heute leiden nach Schätzungen der UN rund 800 Millionen Menschen auf der Welt an chronischer Unterernährung. Rund 8 bis 10 Mio. Menschen sterben pro Jahr an Hunger und dessen Folgen – das entspricht rund 24.000 Toten jeden Tag. In den 80er-Jahren waren es sogar rund 40.000 Hungertote pro Tag.

Im Update zum LTG schreiben die Autoren: *So far the number of hungry people has remained roughly constant as the population has grown. The estimated annual number of deaths from hunger has slowly dropped. That is an amazing accomplishment. In a world of growing population and pressing limits, hunger is not worsening*⁴⁹.

Aus Sicht der Wissenschaft ist es demnach bemerkenswert, dass trotz der stark steigenden Bevölkerungszahl der Hunger auf der Welt zurückgedrängt werden kann. Aus ethischer Sicht können aber 24.000 Hungertote pro Tag noch lange nicht akzeptabel sein. Trotzdem könnte der Rückgang des weltweiten Hungers eher als Entlastung denn als Zeichen eines Kollapses interpretiert werden. Vergleicht man die hier beschriebene Entwicklung mit den Kurven der Standardläufe im Weltmodell, ist festzustellen, dass sie keineswegs im Widerspruch zu einander stehen. Auch in den Prognosen laufen die Entwicklung von Bevölkerung, Wirtschaft und Nahrungserzeugung bis zum Beginn des 21. Jhdts. relativ parallel. Erst ein bis zwei Dekaden nach dem Zusammenbruch des Wirtschaftsystems wird ein massiver Anstieg der Sterbezahlen erwartet.

⁴⁸ Vgl. Dennis L. Meadows, Limits to Growth – The 30-year update, 2005, S 29.

⁴⁹ http://www.thehungersite.de/Fakten_uber_den_Hunger/fakten_uber_den_hunger.html und vgl. Dennis L. Meadows, Limits to Growth – The 30-year update, 2005, S 58.

Ein deutliches Vorzeichen für einen drohenden Kollaps der Weltwirtschaft kann aus der derzeitigen Entwicklung der Nahrungsversorgung nicht abgeleitet werden.

8. Kritik an den dargestellten Szenarien

Die Szenarien, die über die Entwicklung unserer Erde erstellt worden sind, sollen keineswegs einem futurologischen Zweck dienen, sondern eine Analyse herrschender Tendenzen und ihrer gegenwärtigen Wechselwirkungen sowie mögliche Folgen veranschaulichen. Im „Club of Rome“ soll von weltweiten Krisenzuständen gewarnt werden, die entstehen könnten, wenn die Tendenzen so weiter gehen wie bisher. Wege zur Veränderung auf politischem, wirtschaftlichem und sozialem Gebiet sind auf Grund dieser Erkenntnis von großer Bedeutung.⁵⁰

Der Bericht wurde bei zwei großen Konferenzen im Sommer 1971 zur Diskussion gestellt, die eine war in Rio de Janeiro und die andere fand in Moskau statt. Der Bericht führte zu vielen Fragen, reizte Kritiker. Einige wichtige Einwände sind:

1. In dem Modell wurde nur eine begrenzte Zahl an variablen Größen berücksichtigt, diese hat zur Folge, dass die Wechselwirkungen beschränkt sind. Dennoch stimmt man überein, dass ein einfaches Weltmodell die Auswirkungen von Veränderungen erkennen kann. Manchmal ist es sehr hilfreich, einer Komplexität eine elegante Einfachheit zu geben.

2. Der technologische Fortschritt bei Lösungen bestimmter Probleme und der kulturelle Wandel wurden nicht berücksichtigt. Es wird jedoch befürchtet, dass der technologische Fortschritt für eine derartige Entwicklung zu spät sein könnte, um Überbevölkerung und Umweltkatastrophen abzuwenden. Sie können wahrscheinlich Krisen nur verzögern. Das Modell erfasst nur das gegenwärtige Verhalten der Menschheit im Hinblick auf den Materialismus. Sollte ein Wertewandel stattfinden, wurde dieser nicht einberechnet. Man kann schwer sagen, wie sich dieser äußern würde.

3. Für einige Kritiker des Berichtes war der „Club of Rome“ geradezu das Vorzeigebispiel eines „Ökoirrtums“:

„Eine aufschlussreiche und auch dem Laien zugängliche Methode, die Qualität von ökologischen Propheten zu beurteilen, ist, sich ihre Vorhersagen von

⁵⁰ Vgl. Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome, 1972, S 165

gestern anzuschauen. So ließ der „Club of Rome“ in seinem Bericht „Die Grenzen des Wachstums“ die Welt 1972 wissen, dass die globalen Erdölvorräte noch 550 Milliarden Barrel betragen. Bis 1990 wurden allerdings bereits 600 Milliarden Barrel verbraucht, und heute ist der bekannte Vorrat größer denn je: 900 Milliarden Barrel. Es kann wirklich keine Rede davon sein, dass – wie vom Club of Rome prophezeit – das Erdöl und andere wichtige Bodenschätze bereits zur Jahrtausendwende erschöpft sein würden.“⁵¹

Diese Aussage ist jedoch in zweierlei Hinsicht leichtsinnig formuliert. Zum einen ist sie eine unzulässige Verallgemeinerung, denn es wird von einem Bericht auf alle geschlossen. Zum anderen spielt die Zahl im Bericht eine untergeordnete Rolle. Sie findet sich lediglich in einer langen Tabelle, in der nichtregenerierbare Rohstoffe und ihre geschätzten Vorräte aufgelistet sind. Zusätzlich wird die Zahl im Bericht jedoch nicht erwähnt und sie spielt genauso wenig in der zeitgenössischen Diskussion eine Rolle. Die Versorgungsengpässe wurden nur als Vorboten dessen gesehen, was in wenigen Jahrzehnten auf die Welt zukommen würde. Außerdem betonten die MIT-Forscher in ihrem Bericht, dass ihre Angaben als exakte Voraussage wertlos seien.

Der Hauptzweck der Studie war noch immer, die Verhaltensweisen des Systems „Welt“ zu generieren. Eine essentielle Aussage im Buch ist weiter, dass wenn die Rohstoffvorräte größer seien als angenommen, die Umweltverschmutzungen zum entscheidenden, dem Wachstum Grenzen setzenden Problem werden würden.

4. Ein weiterer Nachteil des Systems ist die Verschiedenartigkeit der Weltbevölkerung, seien sie nationaler oder politischer Struktur und des jeweiligen Entwicklungsstands. So steigt beispielsweise das Bevölkerungswachstum in China ganz anders als in Europa. Noch ein Punkt, weshalb der Bericht als wertvoll beurteilt wird, ist, dass der exponentielle Charakter aller menschlichen Wachstumserscheinungen innerhalb eines geschlossenen Systems dargestellt worden ist. Auch wenn die Entwicklung von Kontinent zu Kontinent differenziert abläuft, ist die globale Aussage von Bedeutung.

⁵¹ Maxeiner, Dirk/Miersch, Michael: Lexikon der Öko-Irrtümer. Überraschende Fakten zu Energie, Gentechnik, Gesundheit, Klima, Ozon, Wald und vielen anderen Umweltthemen, Frankfurt/Main 1998 S. 11.

Der Wiederhall dieses Buches hat dazu geführt, dass eine große Anzahl von Menschen sich ernsthafte Gedanken darüber machte, ob durch die derzeitige Dynamik unserer Systeme in Hinblick auf das rasante Wachsen die Belastbarkeit dieses Planeten nicht überbeansprucht werden könnte. In den folgenden Konferenzen hat man begonnen, Strategien zu entwickeln um zu einer nachhaltigen Entwicklung zu kommen. Die nachhaltige Entwicklung ist eine der „Super Goals“ der Konferenz in Rio de Janeiro 1992 und wurde auch im Cartagena - Protokoll vereinbart. Es ist von großer Bedeutung, neue Denkgewohnheiten zu entwickeln um eine Änderung menschlichen Verhaltens zu erzielen. Die Autoren von „Die Grenzen des Wachstums“ vertreten einheitlich die Ansicht, dass ein weltweiter Gleichgewichtszustand nur dann erreicht werden kann, wenn sich die Verhältnisse in den so genannten Entwicklungsländern grundsätzlich verbessern, absolut und relativ gesehen zu den hoch entwickelten Industrienationen. Gegenwärtig nehmen jedoch Kluft und Ungleichheit zu.

Das Eindämmen der positiven Regelkreise respektive des Wachstums ist ein Ansatz, um dem „Weltuntergang“ entgegenzuwirken. Jedoch ist dies in vielerlei Hinsicht nicht im Bereich des Möglichen. Ein radikaler Wachstumsstopp der Weltbevölkerung hätte unethische Konsequenzen. Ein ständig zunehmendes Wirtschaftswachstum verträgt sich nicht mit dem Grundsatz nachhaltiger Entwicklung. Als eventueller Lösungsansatz würde auch das Null-Wachstum angesprochen, da man die positiven Regelkreise reduzieren sollte und nicht gegen die negativen Regelkreise ankämpfen sollte. Dieser Ansatz hätte jedoch verheerende Folgen für die weniger entwickelten Länder des Südens, denn auch diese sind von der wirtschaftlichen Entwicklung des Nordens abhängig.

Der Unterschied zwischen quantitativen und qualitativen Wachstum:

In der modernen Gesellschaft ist die Steigerung des Lebensstandards in Form des Bruttoinlandsprodukts (BIP) anzustreben. Dieses Konzept unterscheidet im Prinzip zwischen dem quantitativen (ökonomischen) Wachstum, gemessen am BIP und einem qualitativen Wachstum, welches eine Vielzahl von Faktoren berücksichtigt und beispielsweise mit dem Index der menschlichen Entwicklung gemessen werden kann. Mit einem qualitativen Wachstum wird auch auf das lineare Wachstum verwiesen.

In der formalen und mathematischen Formulierung des Weltmodells erblickten die Autoren der Studie zwei bedeutende Vorteile gegenüber anderen Denkmodellen:

„Jede Annahme ist in präziser Form niedergeschrieben und ist deshalb der Nachprüfung und der Kritik durch jedermann zugänglich. Weiterhin werden Auswirkungen der Annahmen, die nach Überprüfung, Diskussion und Revision entsprechend dem bestmöglichen Wissen getroffen wurden, exakt mit Hilfe eines Computers verfolgt und ihre Bedeutung für das Gesamtverhalten des Weltsystems jeweils genau erfasst, gleichgültig, welche komplizierten Kombinationen sich dabei auch ergeben.“⁵²

⁵²

Meadows 1092, S. 15.

9. Resümee der Studenten

9.1 Konklusion der „Grenzen des Wachstums“

Exponentielle Wachstumsraten können schnell zum Kollaps führen. Der „teuflische Regelkreis“ kann nur durch radikale Änderung unserer Denkgewohnheiten, Verhaltensweisen und Gesellschaftsstrukturen durchbrochen werden. Der Zustand eines stabilisierten Gleichgewichts würde nicht nur den absehbaren Zusammenbruch des Mensch-Umwelt-Systems verhindern, sondern der Erdbevölkerung neben ausreichendem Lebensstandard größere Chancen einer individuellen und sozialen Entwicklung bieten.⁵³

„Niemand trägt die Schuld!“, wir neigen dazu, äußere Umstände für unsere Probleme verantwortlich zu machen. „Die Politik ist schuld“, „der Konkurrent“, „die Presse“, „die Launen des Marktes“, „die Regierung, hat uns das angetan!“: Das Systemdenken zeigt uns, dass es kein „draußen“ gibt, dass wir und die Ursachen unserer Probleme Teil desselben Systems sind. Der Schlüssel zum Verständnis ist unsere Beziehung zum „Feind“, aber im Endeffekt befinden wir uns in einer Gesellschaft mit beschränkter Haftung. Wer von den Menschen in den Industrieländern haftet schon mit seinem Privatvermögen für sein Tun und Handeln?

Die „Lösungen“ von gestern sind die Probleme von morgen.⁵⁴

Die vermeintlich richtige Lösung kann im Laufe der Zeit zu einem wesentlich größeren Problem führen als das ursprüngliche.

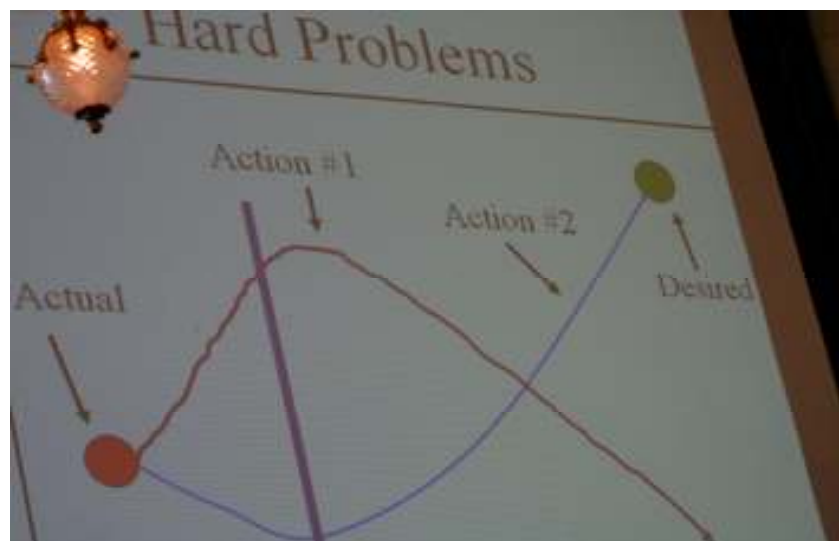
Im Buch, die Grenzen des Wachstums von 1972 ging man noch davon aus, dass die Gewinnung von Energie aus Atomkraft die Lösung auf „alle Probleme“ sein. Doch mittlerweile hat man durch Erfahrung, der Reaktorunfall Tschernobyl, den Beweis dafür, dass diese Technologie ebenfalls ein Risiko darstellt. Sie ist weder kostengünstiger respektive energieeffizienter noch ist sie eine Stütze um gegen den uns bedrohenden Klimawandel bzw. Ausstoss von CO². Das Vorsorgeprinzip lehrt uns, die Finger von Technologien zu lassen über deren Auswirkungen man sich nicht im Klaren ist. Es ist ebenfalls bekannt,

⁵³ Vgl. Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, 1973, S. 1

⁵⁴ <http://www.uni-klu.ac.at/~gossimit/lv/usw00/skr/kap3.htm>

dass die grüne Gentechnik nicht den Hunger bekämpfen wird (ganz im Gegenteil) und ebenfalls eine Bedrohung darstellt. Man kann im Vorhinein nie wissen oder feststellen, wie die Natur auf gewisse Technologien reagiert. Sowohl die Atomkraftwerke als auch die grüne Gentechnik sind Technologien die sowohl für den Menschen als auch für die Natur eine potentielle Gefahr darstellen. Wenn Unfälle passieren, sind diese irreversible und man ist ihnen hilflos ausgeliefert. Probleme werden schnell erkannt, doch adäquate Lösungen zu finden ist oft sehr schwer. Das Suchen und Finden von hilfreichen Lösungen auf anstehende Probleme wird die Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Nicht nur die materielle Arbeit ist in Zukunft gefragt sondern vielmehr auch die geistige Arbeit.

Wenn man Probleme erkennt, muss man bei den Ursachen anpacken und nicht die Symptome bekämpfen. Oft werden Probleme nur provisorisch erledigt ohne wirklich gelöst zu werden, wobei diese kurzfristige „Lösung“ meist nicht lange funktioniert. Wenn man sich jedoch auf langfristig erfolgreiche „Lösungen“ einlässt, muss man anfangs einen etwas höheren Aufwand in Kauf nehmen, erlangt jedoch im Nachhinein einen Aufschwung (Investitionen für Solaranlagen)



©

Clara Picher

Doch wenn man als Einzelner einem komplexen sozialen System gegenübersteht, dieses ändern will, das heißt eine neue Ordnung hineinbringen möchte, hat man geringe Aussichten alleine die Ordnung, die einem nicht gefällt, zu verändern. Diese Erfahrung gehört zu den Enttäuschungen unseres

Jahrhunderts.⁵⁵ Oft erkennt man Fehler in Strukturen (Unternehmen, Umwelt oder Soziologie), ist diesen aber hilflos ausgeliefert. Von entscheidender Bedeutung ist das Auftreten als Kollektiv und dadurch gemeinsam etwas zu bewirken.

*„Gemeinsam statt Einsam“,
denn ein lebendes System ist eine Einheit.
Sein Wesen hängt vom Ganzen ab!*

Weitere Ansätze die in der Fünften Disziplin vom Autor Peter Senge verankert sind:

- **Wer einen Elefanten in zwei Hälften teilt, bekommt nicht zwei kleine Elefanten.**

Um ein System erfassen zu können, darf man sich nicht nur mit Teilaspekten beschäftigen, sondern muss das Ganze sehen.

- **Die Therapie kann schlimmer sein als die Krankheit.⁵⁶**

Um eine sinnvolle Maßnahme ergreifen zu können muss man den richtigen Ansatzpunkt finden, sonst kann es wieder zu einer Verschlechterung der Situation kommen.

- **Ursache und Wirkung liegen räumlich und zeitlich nicht nahe bei einander.**

In komplexen Systemen kommt es oft vor, dass ein Anzeichen für ein Problem an einer anderen Stelle auftritt als die Ursache und auf den ersten Blick nicht in direkten Zusammenhang mit der Ursache gebracht werden kann.⁵⁷

- **Schneller ist langsamer.⁵⁸**

Schnell gefunden Lösungen sind oft nicht die richtigen, sondern es ist nötig über ein Problem und verschiedene Lösungswege länger nachzudenken.

⁵⁵ Vgl. Peter M. Senge: Die fünfte Disziplin, Stuttgart 1996, S 81

⁵⁶ <http://www.uni-klu.ac.at/~gossimit/lv/usw00/skr/kap3.htm>

⁵⁷ Peter Senge, Die Fünfte Disziplin, 1990, S 33

⁵⁸ Vgl. Peter M. Senge: Die fünfte Disziplin, Stuttgart 1996, S 25

Zitate

„Jeder Tag weiter bestehenden exponentiellen Wachstums treibt das Weltsystem näher an die Grenzen des Wachstums. Wenn man sich entscheidet, nichts zu tun, entscheidet man sich in Wirklichkeit, die Gefahren des Zusammenbruchs zu vergrößern.“ Dennis L. Meadows, Die Grenzen des Wachstums, 1972

„Wer glaubt, dass ein stetiges Wachstum in einer begrenzten Welt ewig dauern kann, ist entweder verrückt oder ein Ökonom.“ (Kenneth Boulding)

„Deutschland, es geht um Wachstum.“ Angela Merkel, DIE WELT, 13. Juli 2005

„wenn man von Rom nach Mailand mit dem Zug fahren will und merkt, dass dieser in Richtung Neaple fährt, nutzt es nichts die Geschwindigkeit zu verlangsamen, man muss aussteigen und in einen Zug mit entgegengesetzter Richtung umsteigen.“ (S. Latouche)

„Visions of the future always reflect the experience of the moment as well as memories of the past. They are imaginative constructs that have more to say about the times in which they were made than about the real future, which is, ultimately unknowable“ (Corn, Joseph J.)

Quellenverzeichnis

Internet

<http://homepage.sunrise.ch/homepage/ludwigma/Download/UniZH/SS2002/Vorlesung%2024.6.%20Peter%20Senge.doc>

http://de.wikipedia.org/wiki/Fayolsche_Br%C3%BCcke

<http://de.wikipedia.org/wiki/System>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Toleranzbereich>

<http://www.mathekiste.de/html10/wachstum/wachstumlin.htm>

<http://www.orf.at/060419-98663/index.html>; 21. 4. 2006

<http://www.orf.at/060419-98663/index.html>; 21. 4. 2006

http://www.thehungersite.de/Fakten_uber_den_Hunger/fakten_uber_den_hunger.html

http://hupsy03.psychologie.hu-berlin.de/arbpsy/studenten/thaler/fuenfte_disziplin.htm

Bücher und Skripten

Dennis L. Meadows: Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, 1973.

Dennis L. Meadows, Limits to Growth – The 30-year update, 2005, Autors' Preface, XVI

Peter M.Senge: Die fünfte Disziplin, Stuttgart 1996.

J.Minsch: Skriptum, Nachhaltige Entwicklung I, die Grundlagen nachhaltigen Wirtschaftens, Wien 2005/06.

John Stuard Mill, *Principles of Political Economy* in *The Collected Works of John Stuard Mill*, hrsg. Von Balden, V. W., u. Robson, J. M., Toronto 1965.

Maxeiner, Dirk/Miersch, Michael: Lexikon der Öko-Irrtümer. Überraschende Fakten zu Energie, Gentechnik, Gesundheit, Klima, Ozon, Wald und vielen anderen Umweltthemen, Frankfurt/Main 1998.