Die Grenzen des Wachstums

Gedanken zu einem aktuellen Problem

Im Jahre 1969 richtete der damalige Generalsekretär der UNO, U Thant, eine eindringliche Warnung an die Generalversammlung der Vereinten Nationen und führte in diesem Zusammenhang aus:

„Nach meiner Schätzung haben die Mitglieder dieses Gremiums noch etwa ein Jahrzehnt zur Verfügung, ihre alten Streitigkeiten zu vergessen und eine weltweite Zusammenarbeit zu beginnen, um das Wettrüsten zu stoppen, den menschlichen Lebensraum zu verbessern, die Bevölkerungsexplosion niedrig zu halten und den notwendigen Impuls zur Entwicklung zu geben. Wenn eine solche weltweite Partnerschaft innerhalb der nächsten zehn Jahre nicht zustande kommt, so werden, fürchte ich, die erwähnten Probleme derartige Ausmaße erreicht haben, daß ihre Bewältigung menschliche Fähigkeiten übersteigt."

Diese von U Thant genannten Probleme scheinen heute vielfach als die wichtigsten und langfristigsten, die die Menschheit zu lösen hat, zu gelten. Viele Menschen sind der Ansicht, daß das zukünftige Schicksal des menschlichen Lebens davon abhängt, wie rasch und wirksam diese Fragen gelöst werden. Trotzdem ist nur ein kleiner Teil des menschlichen Lebens davon abhängt, Probleme zu verstehen und nach Lösungsmöglichkeiten zu suchen.

Die Ursachen für die tiefgreifende Veränderung der Lebensverhältnisse auf unserem Planeten seit der Jahrhundertwende sind vielfältig:

In erster Linie die sich immer rascher vollziehende Bevölkerungszunahme, der weltweite Umsturz alter politischer und sozialer Strukturen und die sich überstürzende technische Entwicklung. Alle, die wachen Auges die Gegenwart erleben, sehen, erschreckt und ratlos, ständig neue Probleme vor sich aus der Erde schießen: Hunger und Unterernährung, Verfall der Städte, Verunreinigung der Luft, der Gewässer und der Meere, unkontrollierter Bevölkerungszuwachs, Rauschgiftsucht unter der Jugend, Mitbestimmungsunruhe, technologisches und wirtschaftliches Ungleichgewicht, Polarisierung militärischer Macht und unzählige andere Probleme von ähnlicher Bedeutung.

Aus der Erkenntnis dieser Zusammenhänge haben sich im Jahr 1968 zirka 70 Wissenschaftler, Industrielle, Wirtschaftsfachleute und Humanisten aus 25 Staaten der Erde in Rom an der Accademia dei Lincei getroffen und dort den „Club of Rome" gegründet, um Ursachen und innere Zusammenhänge der sich immer stärker abzeichnenden kritischen Menschheitsprobleme zu ergründen. Mit seiner öffentlichen Tätigkeit verfolgt der „Club of Rome" die Absicht, die politischen Entscheidungsträger in aller Welt zur Reflexion über die globale Problematik der Menschheit anzuregen. Am bekanntesten wurde die durch ihn initiierte und durch die Stiftung „Volkswagenwerk" geförderte Arbeit von Professor Forrester und Professor Meadows über „Die Grenzen des Wachstums", die versucht, in populärer Form die Aussagen des Forresterschen Weltmodells zu interpretieren.

Ist unbeschränktes Wachstum möglich?

Unser industrielles Zeitalter ist gekennzeichnet durch das exponentielle* Wachstum auf allen Gebieten. Jede Industrie bemüht sich, auch wenn eine Steigerung nicht möglich ist, ihre jährliche Expansionsrate zumindest aufrechtzuerhalten, der Ausspruch „Stillstand ist Rückschritt" regiert die Welt.

Eine Analogie mit dem Bevölkerungswachstum drängt sich auf. Noch vor weni-

* Exponentiell ist ein Wachstum, das sich nach den Gesetzen der Zinseszinsrechnung vollzieht.

gen Jahren wurde die Stärke eines Volkes danach bemessen, wie groß die Zuwachsrate seiner Bevölkerung sei. Heute gilt es als eine Binsenwahrheit, daß diese Zuwachsrate mit allen verfügbaren Mitteln heruntergedrückt werden muß, die Notwendigkeit der Stabilisierung der Bevölkerung ist heute — jedenfalls bei den Industrienationen — allgemein anerkannt.

Auf dem industriellen Sektor ist die entsprechende Erkenntnis jedoch noch nicht durchgedrungen, hier wird der Zustand des Gleichgewichtes nicht als „Stabilität", sondern als „Stagnation" bezeichnet, ein Wort, welches eine bewußt gewollte Gedankenassoziation mit Krisen, Zusammenbrüchen und langsamem Zerfall wachruft. Noch verschließen sich einflußreiche Kreise der Erkenntnis, daß ein unbegrenztes Wachstum in unserer begrenzten Welt nicht möglich ist, nicht möglich sein kann, da wir mit immer stärkerer Expansion an die von der Natur gesetzten Grenzen stoßen, die ohne schwerwiegende Risiken nicht überschritten werden dürfen.

Aber auch hier, genau wie bei der Bevölkerungsentwicklung — wird sich uns in den kommenden Jahren immer drängender das Problem stellen, wie wir das exponentielle Wachstum der Energie- und Güterproduktion abflachen können, um mit einem Minimum an sozialen Störungen und Krisen auf ein dynamisches und lebendiges Gleichgewicht hinzusteuern. Dabei werden wir nicht darum herumkommen, unsere Ansprüche auf verschiedenen Gebieten wieder zurückzuschrauben.

Modelle des Wachstums und des Gleichgewichtes

Der Übergang vom ständigen Wachstum zu einem lebensfähigen Gleichgewicht ist ein überaus schwieriger, mit vielen Gefahren und Widerständen verbundener Prozeß, der aber durchgeführt werden muß, wenn wir nicht schließlich in der von unserer Zivilisation verursachten Verschmutzung der Umwelt ersticken wollen.

Bei diesen modellartigen Überlegungen ist jedoch zu unterscheiden, ob es sich um erneuerbare oder um nicht erneuerbare Vorräte handelt, deren Nutzung untersucht wird. Bei den erneuerbaren Gütern handelt es sich um solche, welche jedes Jahr von der Natur wieder neu zur Verfügung gestellt werden, da sie mit Hilfe der ständig verfügbaren Sonnenenergie laufend produziert werden. In erster Linie handelt es sich hiebei um landwirtschaftliche Produkte, aber auch die durch Wasser gewonnene hydroelektrische Energie, die Windenergie und der Fischfang gehören zu dieser Gruppe. Der begrenzende Faktor bei erneuerbaren Gütern ist durch die jährliche Produktion gegeben, welche einen bestimmten Wert nicht überschreiten kann. So ist der Ernteertrag durch die Landfläche bzw. die hydroelektrische Energie durch die zur Verfügung stehenden Wasserkräfte begrenzt. Auch das Bevölkerungsproblem gehört in diesen Bereich.

Bei den nicht erneuerbaren Vorräten haben wir es mit Rohstoffen zu tun, welche die Natur in Jahrmillionen erzeugt hat und welche nun mit stets wachsender Geschwindigkeit abgebaut werden. Denken wir nur an den Hauptlieferanten für unsere welt-

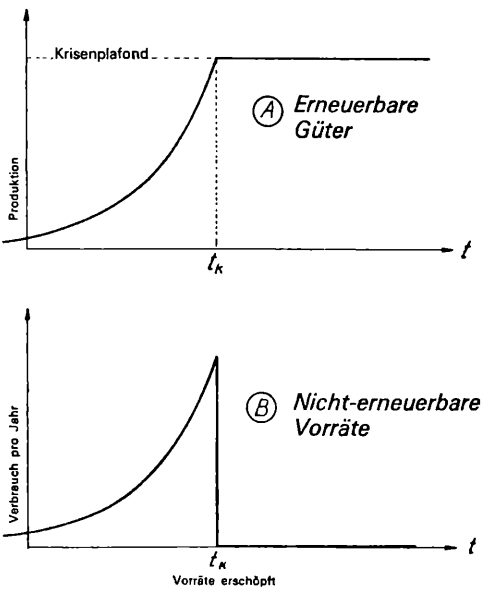


Abb. 1
Begrenzung des exponentiellen Wachstums für die Produktion von erneuerbaren und nicht erneuerbaren Gütern.

weite Energieproduktion, das Öl, welches bei einem durch die gegenwärtige Zuwachsrate charakterisierten Anstieg der Förderung in wenigen Jahrzehnten erschöpft sein wird. Die Begrenzung des Wachstums ist hier ganz offensichtlich, wenn die endlichen Vorräte einmal erschöpft sind, gibt es auch keine Produktion mehr.

In Abbildung 1 ist der Verlauf der Exponentialkurve graphisch dargestellt, die beiden Figuren zeigen, wie sich eine Begrenzung des exponentiellen Wachstums durch eine festgewählte Grenze für die Produktion von erneuerbaren und für die Vorräte an nicht erneuerbaren Gütern auswirkt. Während im ersten Fall die Kurve lediglich einen scharfen Knick macht und dann horizontal weiterläuft, wie dies beispielsweise beim planlosen Ausbau aller verfügbaren Wasserkräfte in einem abgeschlossenen Gebiet der Fall sein könnte, bricht im zweiten Fall die Produktion nach der Erschöpfung der Vorräte abrupt ab. Es ist klar, daß diese Übergänge in Wirklichkeit nie so scharf auftreten, da durch verschiedene Prozesse das Wachstum schon vorher reduziert wird.

Kritiker haben gegen diese Betrachtungsweise den Einwand erhoben, daß eine Abgrenzung der Rohstoffvorräte überhaupt nicht möglich ist. So führt z. B. Professor Dr. Lorbach in seinem Artikel „Der Menschheit droht nicht der Kollaps" an, daß im Jahr 1950 die Welt-Erdölreserven mit zirka 14 Milliarden Tonnen, 1960 mit 41 Milliarden Tonnen, 1970 mit 83 Milliarden Tonnen und 1971 mit mehr als 105 Milliarden Tonnen ausgewiesen wurden. Dies bedeutet, daß nach Ansicht Lorbachs nicht nur der Verbrauch, sondern auch die bekannten Vorräte exponentiell zunehmen. Nach Ansicht des Autors liegt der Denkfehler darin, daß dieses exponentielle Wachstum nicht ungehindert zunehmen wird, sondern die Menschheit ständig neue Lösungsmöglichkeiten findet, die dieses Wachstum in eine andere Form überführen werden. Hier hat insbesondere die technische Entwicklung einen Verlauf genommen, der vor Jahren entweder unbekannt oder zumindest für weitgehend unmöglich gehalten wurde. Diese unvorhersehbaren Fakten oder Ereignisse sind eine Folge schöpferischer Leistungen der Menschheit, wir sind demnach nicht in der Lage, die Resultate schöpferischen Geistes, die sich in der Zukunft ergeben werden, vorherzusehen. Wir sind aber noch viel weniger in der Lage, die Beweggründe für die Zielrichtungen dieser schöpferischen Leistungen vorherzuahnen. Uns bleibt aber aus der Erfahrung der Vergangenheit der Glaube, daß der menschliche Geist in der Lage ist, seine Umwelt zu gestalten und sich selbst in immer höhere Sphären als Beherrscher der Natur emporzuschwingen. Diese Erfahrung aus der Vergangenheit gestattet es uns, diesen stetigen Vorwärtsprozeß — der kein Wachstumsprozeß ist — auch für die zukünftige Entwicklung zu unterstellen.

Dagegen hat Ginsburg in einem Artikel berechnet, daß auch die Erhöhung der Vorräte auf das Mehrfache grundsätzlich nichts am prinzipiellen Ablauf der Dinge ändert. Beim Fünffachen der heutigen Vorräte tritt der Kollaps um neun Jahre später ein, beim Zehnfachen der Vorräte tritt der Kollaps um 20 Jahre später ein. Ginsburg schließt daraus, daß auch unbegrenzte Vorräte die Krise nur um einige Jahre hinausschieben, wenn wir nicht grundsätzlich unser Verhalten ändern und uns bewußt werden, daß wir mit dem heute betriebenen Raubbau auf Kosten unserer Kinder und Enkel leben.

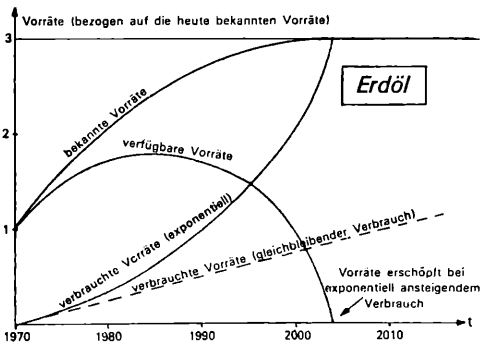


Abb. 2
Auswirkungen des exponentiell ansteigenden Verbrauchs von Erdöl auf die Reserven (siehe Text!).

Alle Prozesse in der Natur sind dadurch gekennzeichnet, daß sie in Systeme eingebettet sind, welche durch Rückkopplungen ein unbeschränktes Wachstum unmöglich machen. Eine vereinfachende Betrachtungsweise läßt im Prinzip zwei Mechanismen erkennen, welche diese Begrenzung erzwingen:

— Eine kontinuierlich wirkende, negative Rückkopplung, welche bei der Annäherung an einen kritischen Bereich Gegenmaßnahmen auslöst, die das weitere Wachstum schwächen oder sogar zu einer Schrumpfung führen.

— Eine plötzlich wirkende Sicherung, welche bei der Erreichung einer für ein übergeordnetes System gefährlichen Situation zu einer sofortigen und massiven Korrekturmaßnahme, eventuell sogar zu einem Kollaps führt, dabei kann das betroffene System selbst schwer Schaden erleiden.

Die Natur ist in großer Zahl mit derartigen Rückkopplungsmechanismen versehen, was auch die ihr eigene Stabilität erklärt. So wird in einem stabilen Ökosystem das übermäßige Anwachsen einer Population dadurch verhindert, daß ihr in ihrer Gesamtheit nur eine beschränkte Nahrungsmenge und ein beschränkter Lebensraum zur Verfügung stehen. In dem stetigen Wachstum der Population wird daher die Qualität des Lebens für das Einzelindividuum laufend reduziert und damit die Rückkopplung wirksam. Auf diese Weise können im allgemeinen Katastrophen verhindert werden, welche durch ein plötzliches übermäßiges Wachstum einer Art entstehen.

Durch die Eingriffe des Menschen in der Natur werden nun häufig die biologischen Kontrollmechanismen gestört, welche normalerweise die Stabilität der Ökosysteme gewährleisten. So kann unter Umständen durch die ständige Zunahme der Monokulturen, in welchen nur eine einzige Pflanzenart auf riesigen Landflächen angebaut wird, gewissen Schädlingen ein praktisch unbegrenztes Nahrungsangebot zur Verfügung stehen, was diesen erlaubt, sich ungehemmt zu vermehren. Aber auch hier muß schließlich ein Sicherungsmechanismus wirksam werden: Durch die totale Vernichtung der Ernte wird den Schädlingen selbst die Lebensgrundlage entzogen, und die Geschichte endet mit einem Massensterben der Parasiten. Auch so kann ein übermäßiges Wachstum begrenzt werden.

In dieser kritischen Situation befinden wir uns nun offensichtlich an der Schwelle eines Überganges von der Zeit eines Denkens im Sinn besseren materiellen Wohlstandes zu einem Denken im Sinn der Verhinderung unerwünscher Negativwirkungen, in der Erkenntnis, daß der Mensch nicht nur von der Natur leben kann, sondern er diese sich auch ständig erneuern lassen muß. In Zukunft wird also nicht nur die Produktion von Gütern, sondern auch die Verbesserung von Produktionsfaktoren immer stärker notwendig werden: von Land durch bessere Bodenplanung, von Arbeit durch mehr Schulung und Bildung, von Kapital durch noch wirksamere Maschinen und Maschinensysteme und von Natur durch reine Umwelt und mehr Geist — an Stelle einer nur materiellen intensiven Produktion.

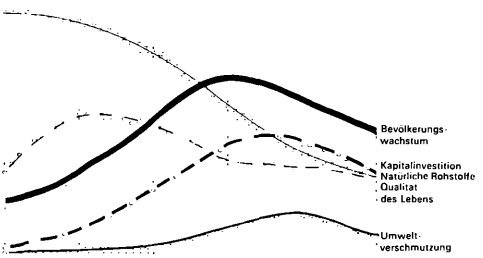
Wir werden uns in Zukunft in zunehmendem Maße nach gesunder Konsumgüterproduktion orientieren. Danach soll das Produkt nicht nur den unmittelbaren Wunsch befriedigen, sondern auch gesellschaftlich und für die Umwelt nützlich sein. Das ideale Konsumgut ist also gefällig für den Käufer und heilsam für die Umwelt. Der Verbraucher wird in zunehmendem Maß nicht nur Waren gegenüber kritisch, sondern auch der Wirtschaft gegenüber gesellschaftskritisch eingestellt sein.

Der Weg hiezu führt zu einem Systemdenken, das viele einzelne Operationen zu einem Ganzheitsdenken zusammenfügt. Nicht das Einzelne in seiner Vereinzelung, sondern nur das System in Verbund mit anderen Systemen kann zu einem Optimum der Menschheit führen.

Die tatsächlichen Ereignisse zwingen uns nun, unseren Standort in der Geschichte neu zu überprüfen. Die uralte Tradition von der Sklavenstellung der Natur hat uns ebenso sorglos gemacht wie der Glaube

an die Unerschöpflichkeit und Unerschütterlichkeit der Natur. Beide Annahmen müssen revidiert werden. Der Weg des Fortschritts zur „besseren Welt“ der Zukunft hat uns nahe an den Abgrund der Selbstzerstörung geführt. Wir dürfen den bisherigen Wegweisern nicht mehr glauben. Unser Glaube an die Dinge als Symbole des Aufstiegs war blind und hat uns gehindert, ihre Unwichtigkeit mit der Großartigkeit und Schönheit der Natur zu vergleichen. Es ist Zeit, daß wir die Augen öffnen. Und schließlich ist es Zeit, daß wir unseren Thron der Selbstgerechtigkeit im Zentrum der Welt verlassen und uns zur Demokratie aller Lebewesen bekennen.

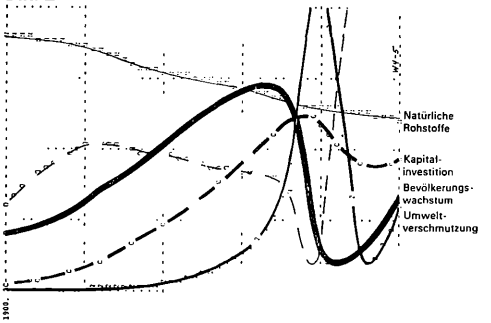
Bild 1



Hier wird von der Annahme ausgegangen, daß die Bevölkerung einen Höhepunkt erreicht und dann durch Rückentwicklung der Industrialisierung — bedingt durch Rohmaterialverknappung — abnimmt. (Sie sehen es deutlich: Die Bevölkerungskurve verläuft zuerst nach oben und biegt dann nach unten ab. Die Kurve der natürlichen Hilfsquellen nimmt stetig ab.) Die Qualität des Lebens war 1950 am höchsten und nimmt von dort an ständig ab, bis sie 2020 so tief ist, daß sie das Bevölkerungswachstum anhält. Abnehmende Rohmaterialien und dadurch entstehende Abnahme in Kapitalinvestitionen üben einen zusätzlichen Druck auf die Weltbevölkerung aus. Die Verschmutzung bleibt relativ so klein, daß sie keinen direkten Einfluß auf die Geschehnisse hat.

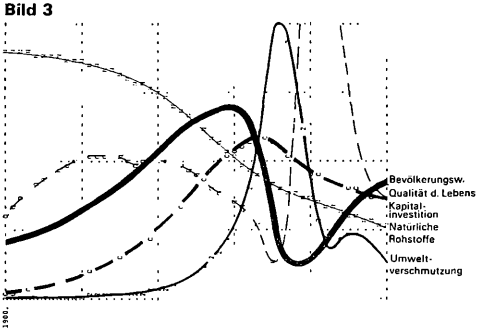
Möglicherweise werden wir aber nicht so glücklich sein, gleichmäßig langsam in Rohstoffnot zu kommen, sondern die Technologie wird versuchen, künstliche Energieträger zu entwickeln. Dadurch würden die natürlichen Hilfsquellen etwas geschont. Wie es dann herauskommen muß, zeigt die nächste Grafik . . .

Bild 2



Hier ist die Rohstoffverknappung vorausgesehen und (mit Hilfe von Technologie) gemildert. (Eine Entwicklung, die an das erinnert, was wir „Planung“ nennen.) Die Qualität des Lebens nimmt etwas weniger schnell ab, aber das Bild ist trotz allem sehr unattraktiv. Denn indem wir vorerst nicht unter Rohstoffverknappung leiden, erlauben wir der Bevölkerung und den Kapitalinvestitionen zuzunehmen, was zu einer sehr schlimmen Verschmutzungskrise führt (beachten Sie den plötzlichen steilen Anstieg der Verschmutzungskurve). Die Verschmutzung reduziert direkt die Geburtenrate und die Nahrungsmittelproduktion. Dafür erhöht sie die Todesrate. Die Bevölkerung fällt innerhalb 20 Jahren auf ein Sechstel dessen, was sie am höchsten Punkt war. Eine Weltkatastrophe von nie gekanntem Ausmaß! Man kann auch vermuten, wer den Löwenanteil einer solchen Katastrophe abbekommen würde: Die Industrieländer (die das Desaster verursachen) wären am wenigsten imstande, eine solche durcheinandergebrachte Umwelt und Nahrungsmittelversorgung zu überleben. (Das ginge dann uns an!) Bild 2 zeigt uns also, daß uns technologische Erfolge (z. B. mechanisierte Landwirtschaft, Atomkraftwerke usw.) nur sehr vorübergehend retten können, um dann einem um so schlimmeren Ende Platz zu machen.

Bild 3

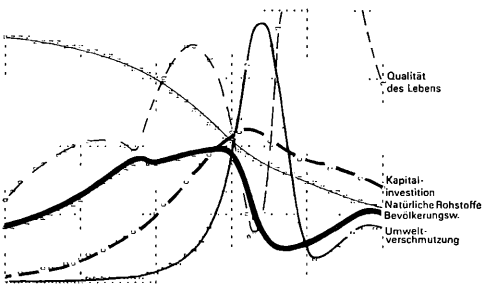


©Naturschutzbund Österreich, download unter www.biologiezentrum.at

Bild 3

Eine weitere Entwicklungsmöglichkeit, die nicht aus der Luft gegriffen ist, ist der Versuch, die seit 1950 abnehmende Qualität des Lebens zu verbessern, und zwar mit zusätzlichen Kapitalinvestitionen. (Man sieht, die Qualität des Lebens kann noch etwas länger aufrechterhalten werden, dafür kommt die Verschmutzungskrise früher und führt — wie in der Grafik vorher — zur Bevölkerungskatastrophe.) Diese Entwicklung sollte uns warnen vor „fortschrittlichen" und „humanen" Entscheidungen, die wir angesichts einer bereits sichtbaren Umweltverschlechterung großzügig zu fällen gewillt sind (wie etwa die Redensart: Umweltschutz braucht Geld; was in allzu vielen Fällen nichts anderes bedeutet, als daß wir mit erhöhtem Kapitaleinsatz Symptome bekämpfen und damit die Industrialisierung weiter fördern).

Bild 4



Hier wird, wie bei Bild 3, erhöhte Kapitalinvestition angenommen, aber zusätzlich dazu eine 50prozentige Reduktion in der Geburtenrate (ein realistischer Ausgangspunkt, wenn man beobachtet, wie stark das Problem der Überbevölkerung jetzt allenthalben beachtet wird). Das Resultat ist sehr interessant. Die Qualität des Lebens schießt für 30 Jahre in die Höhe. Die sorgloser gewordene Weltbevölkerung baut die natürlichen Ressourcen weiter ab und läßt es sich mit Hilfe großer Kapitalinvestitionen gut gehen. Der Druck auf die Umwelt rührt hier nicht von der Bevölkerungskonzentration her, sondern von der Industrialisierung. Die Verschmutzungskrise tritt ungefähr zum selben Zeitpunkt ein wie beim vorherigen Beispiel — die Bevölkerung bricht zusammen. Bild 4 zeigt, daß eine 50-Prozent-Senkung der Geburtenrate um 1970 zuerst eine Abnahme der Bevölkerung bringt, daß aber die Verbesserung der Lebensqualität den Druck sogleich wieder von der Bevölkerung nimmt und sie wieder größer werden läßt. Die Effektivität der Geburtenkontrolle als Mittel zur Bevölkerungskontrolle ist hier sehr in Frage gestellt. (Auch das ein unerwartetes Resultat.)

Bild 5

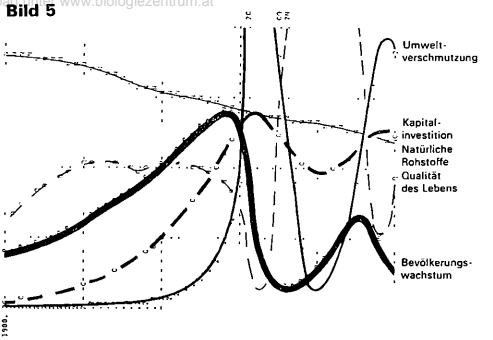
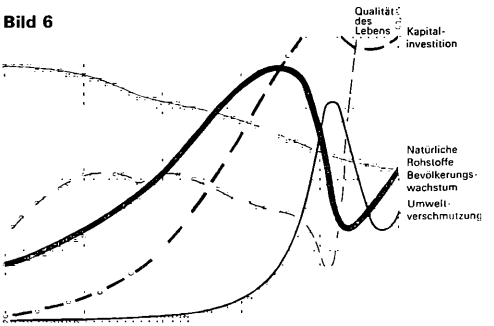


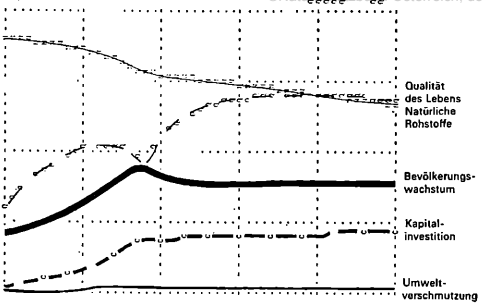
Bild 5 kombiniert den verminderten Gebrauch der natürlichen Rohstoffe mit den erhöhten Kapitalinvestitionen (als Versuch, den Wohlstand zu heben) und resultiert in einem Bevölkerungszusammenbruch, der noch früher und drastischer verläuft als alle bisher angenommenen!

Bild 6



Wenn man zu den Annahmen von Bild 5 noch dazunimmt, daß es den Technologen gelingt, trotz Industrialisierung und Bevölkerungswachstum die Verschmutzung um 50 Prozent zu senken, dann führt das einfach zur Verschiebung der Einsicht um weitere 20 Jahre. Die Bevölkerung wird dann 25 Prozent größer sein, bevor der Kollaps eintritt. In der Reduktion der Umweltverschmutzung die Lösung zu sehen, führt einfach dazu, daß im Endeffekt eine größere Anzahl Menschen den Zusammenbruch miterleben muß. Auch hier wieder die Gefahr einer Teillösung.

Bild 7



Das wäre die echte Lösung: Alle Gegebenheiten und gegenseitigen Abhängigkeiten werden gleichzeitig berücksichtigt, ein *Langstreckenprogramm* wird angewandt: Die „normale" Kapitalinvestition wird um 40 Prozent *reduziert*, die „normale" Geburtenrate wird um 50 Prozent *reduziert*, die „normale" Umweltverschmutzung wird um 50 Prozent *reduziert*, die „normale" Nahrungsmittelproduktion wird um 20 Prozent *reduziert*. Die Kurven bleiben stabil. Ein Überleben wird möglich.

Aber: Reduktion der Kapitalinvestitionen und der landwirtschaftlichen Entwicklung gehen momentan gegen jedes Gefühl. Ihre Notwendigkeit wird erst erkannt werden, wenn Systemstudien wie diese hier bekannt und akzeptiert und viele Jahre des Herumstreitens vergangen sein werden — vielleicht mehr Jahre, als noch zur Verfügung stehen.

Literaturhinweise

Meadows, Dennis: *Die Grenzen des Wachstums.* 1972, Deutsche Verlagsanstalt.

Pavan, Mario: *Die Grenzen der Entwicklung.* 1972, Publikationsreihe des Europarates.

Forrester, Jay W.: *Der teuflische Regelkreis.* dva — Öffentliche Wissenschaft, 1972.

Lorbach, Manfred: *Der Menschheit droht nicht der Kollaps.* 1973, ibf-Informationsdienst für Bildungspolitik und Forschung Nr. 178, Februar 1973.

Ginsburg, Theo: *Ist die Zukunft noch zu retten?* (Modelle des Wachstums.) 1972, PANDA — Zeitschrift des World Wildlife Fund Schweiz, Heft 4, Dezember 1972.

Verkarstet die Erde?

Rektor Franz: Europa verliert pro Jahr 840 Millionen Tonnen Boden

Am 22. November wurde Dipl.-Ing. Dr. Herbert Franz, Professor für Geologie und Bodenkunde, als Rektor der Hochschule für Bodenkultur in Wien in sein Amt eingeführt. In seiner Inaugurationsrede „Die Rolle der Böden in den terrestrischen Ökosystemen der Erde" erklärt er u. a.:

Die Bodendecke der Erde entsteht aus Gesteinen durch Verwitterung unter dem Einfluß der Atmosphärilien und der Organismenwelt. Der Einfluß der Lebensprozesse auf die Bodenentwicklung ist so groß, daß mit Sicherheit gesagt werden kann, daß dort, wo kein Leben vorhanden ist, auch keine Böden entstehen. Anderseits kann aber auch gesagt werden, daß auf dem Festland kein höher entwickeltes Leben möglich ist, wo die Bodendecke fehlt. Besonders sinnfällig ist die Abhängigkeit der höheren Pflanzen vom Boden. Er liefert ihnen nicht bloß die erforderlichen Mineralnährstoffe, sondern versorgt sie auch mit Wasser und bildet ihren Standraum, in dem sie sich mit ihren Wurzeln verankern. Nur wenige anspruchslose Organismen wie Bakterien, Algen und Flechten sowie einzellige und primitive mehrzellige Tiere können sich dauernd auf festen Gesteinen ansiedeln. Sie bilden artenarme Lithobiontengemeinschaften, die als Pioniere den Prozeß der Bodenbildung einleiten.

Bei der Gesteinsverwitterung spielen in ihrer heutigen Form Sauerstoff, Kohlendioxyd und Wasser eine maßgebende Rolle. Die bei der Verwitterung vor sich gehende Mineralumwandlung besteht vorwiegend in

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Natur und Land (vormals Blätter für Naturkunde und Naturschutz)

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: 1974_1-2

Autor(en)/Author(s): Anonym

Artikel/Article: Die Grenzen des Wachstums. Gedanken zu einem aktuellen Problem. 1-7