

Wolfram Ziegler

Gibt es zu viele Europäer?

Das Abendland im Schatten des demographischen Problems

Die gegenwärtige explosionsartige Vermehrung der Bevölkerungen der Dritten Welt verstellt den Blick auf das entsprechende Ereignis im Europa des 19. Jahrhunderts. Während es für die heutige Dritte Welt keine Vierte Welt zum Besiedeln und Ausbeuten mehr gibt, hatte Europa seinerzeit noch relativ menschenleere Räume als Auffangbecken für seinen Geburtenüberschuß wie auch die zur Expansion notwendigen Machtpotentiale verfügbar. Der trotz massiver Emigration bis heute noch ansteigende Bevölkerungsdruck zeigt mittlerweile in Verbindung mit der nicht minder dramatischen Entwicklung der technisch determinierten Zivilisation die destruktive Langzeitwirkung auf die natürlichen Lebensgrundlagen. Das Aldous Huxley zugeschriebene Zitat, daß "ohne die Lösung des Bevölkerungsproblems alle anderen Probleme unlösbar" seien, bestätigt sich von Tag zu Tag mehr.

Gemäß einer statistisch-theoretischen Extrapolation wurde am 12. Oktober 1999 der sechsmilliardste derzeit lebende Erdenbürger geboren. Das Los traf einen kleinen Bosnier in Sarajewo und der UN-Generalsekretär kam zur Begrüßung persönlich ange-reist, obschon die Begeisterung über dieses Ereignis weltweit nicht gerade überschäu-mend war. Seitdem sind alltäglich ca. 200.000 Menschen hinzugekommen. Dabei wurde bis vor nicht allzu langer Zeit dieses Wachstum der eigenen Spezies durchaus positiv bewertet. Schwierigkeiten sah man allenfalls in der Versorgung der neu Hinzu-gekommenen mit den lebensnotwendigen Gütern, insbesondere mit Nahrung. Schlag-worte wie vom "Wettlauf zwischen Storch und Pflug" oder illusionäre Projektionen wie "Nahrung für Milliarden aus dem Meer" machten die Runde. Alles schien machbar und letztlich nur eine Frage der Intensität zielgerichteter Anstrengungen.

Erst in den letzten Jahren mischten sich in den Jubelchor auch warnende Stim-men, die auf etliche, mit einer wachsenden Menschenzahl verbundene und kaum noch lösbare Probleme, z.B. auf dem Gebiet der Ökologie oder auf die Ressourcensituation hinwiesen. Es geht aber nicht allein um die schiere Zahl der gleichzeitig lebenden Men-schen, die sich zwischen 1800 und heute versechsfacht hat. In eben dieser Zeit setzte – von Europa ausgehend – eine Entwicklung ein, die es einem relativ kleinen Teil der Menschheit erlaubt, eine weit über die Elementarbedürfnisse (Ernährung, Bekleidung, Behausung) hinausgehende Lebensweise für sich zu realisieren. Dieses immer noch anhaltende, sektoral sogar stürmische Geschehen ging am größeren Teil der Menschen vorüber, ging andererseits aber zu Lasten nicht erneuerbarer Ressourcen und der natürlichen Umwelt.

Fragen, Definitionen, Kriterien

In der derzeitigen "Mainstream"-Diskussion geht es vor allem um den sozialen Aspekt der gegenwärtigen Ungleichverteilung der Güter. Dabei wird meist – wenn auch nicht immer – ignoriert, dass die globale Belastung der Umwelt längst und weit das Maß

ihrer Dauertragfähigkeit überschritten hat und darum die Verteilungsgerechtigkeit ökologische Defizite nicht ausgleichen kann.

Aus dieser Erkenntnis ergeben sich vier wichtige Fragestellungen:

1. Anhand welcher Kriterien kann die Tragfähigkeit regional differenzierter Ökosysteme bestimmt und quantifiziert werden? Wie groß ist sie global und für die einzelnen Regionen?
2. Welche technisch-zivilisatorischen Belastungen gehen – wiederum regional differenziert – von einem Individuum bei welchem durchschnittlichen Lebensschnitt aus?
3. Welche größtmöglichen Menschenzahlen ergeben sich für die einzelnen Regionen aus den Antworten auf die Fragen 1 und 2? Welchen Beitrag kann Europa diesbezüglich zu einer interregionalen Solidarität leisten?
4. Welchen Einfluss hat der Verdrängungseffekt menschlicher Populationen auf andere biologische Arten aufgrund der schier Zahl von deren Individuen?

Der Bogen von Frage 1 bis 4 rührt an den Kern der auf Vorsorge bedachten Erörterungen zur "Zukunftsfähigkeit" menschlicher Gesellschaften.

Ad 1:

Vor einigen Jahren wurde der aus der Forstwirtschaft entlehnte, ökonomisch definierte Begriff der Nachhaltigkeit als Zielvorstellung in die Umweltdiskussion eingebracht. "Nachhaltigkeit" ist aber vornehmlich ressourcenorientiert und darum als Bewertungsmaßstab für das langfristige Funktionieren von Ökosystemen nur bedingt geeignet. Welche verlässlichen Anhaltspunkte für dauerhafte Stabilität von Ökosystemen könnten aber dann herangezogen werden? Hier bieten sich die vom Menschen unbeeinflussten natürlichen Zustände und deren zeitliche Abfolgen als Bezugspunkte an. Dies sind, ungeachtet der bisweilen heftigen Fluktuationen ihrer Bestandsgrößen, die artspezifischen Mittelwerte der Pflanzen- und Tierpopulationen der jeweils untersuchten Ökosysteme. Diese Mittelwerte dürften sich dann unter dem Druck menschlicher Kulturen und Zivilisationen nur soweit verschieben, dass das Überleben der betroffenen Arten gesichert bleibt, das heißt, dass die verschiedenen Bestände hinreichend groß bleiben müssen, um eine dauerhafte Reproduktion zu ermöglichen. Das Ausmaß der artbezogenen Verschiebungen aus dem langfristigen Gleichgewichtszustand muß darum umso kleiner bleiben, je mehr eine Art von der Ausrottung bedroht ist. Die anthropogene Verlustrate aller Arten sollte deshalb konsequenterweise den Wert Null aufweisen. Dem Zivilisationsdruck bereits besonders ausgesetzte Arten oder Ökosysteme bedürfen somit mehr oder minder umfangreicher, vom Menschen nicht oder kaum beeinflusster Schutzgebiete, die vor allem im Fall akuter Gefahr des Aussterbens eine Erholung auf einen stabilen Status garantieren können, das heißt, dass der technik-induzierte Druck auf ein Ausmaß zu reduzieren wäre, welcher die jeweilige Schwundrate nicht nur annulliert, sondern die Wiederherstellung der Ausgangssituation ermöglicht. Soviel zur Frage, woran die Belastung von regionalen Ökosystemen gemessen und gegebenenfalls global aufsummiert werden kann.

In der gegenwärtigen Situation hat sich der anthropogene Ausfall von Arten gegenüber ihrem natürlichen Kommen und Gehen weltweit um den Faktor 850 - 1000 beschleunigt [1], das heißt, dass auf jedes natürliche Verschwinden einer Spezies an die tausend vom Menschen verursachte Ausfälle kommen. Meist handelt es sich dabei um

unscheinbare, kaum beachtete, aber deshalb im Wirkungsgefüge der Natur keineswegs unbedeutende Arten, darunter viele, von denen wir noch nicht einmal wissen. Weil es nun unmöglich sein dürfte, auf dieser Talfahrt einen Punkt zu definieren, an dem ein Restökosystem noch den Anforderungen menschlichen Lebens genügen würde, bleibt uns nur der Versuch, alles zu retten, was noch zu retten ist. Ein solches Restsystem in aller notwendigen Vollständigkeit – bis hinab in den bakteriellen und viralen Bereich – zu beschreiben, dürfte jedoch allein an der Bestimmung der erforderlichen Artenzahl scheitern [2].

Eine von der technischen Zivilisation ausgehende Irritation, die klein genug ist, um den anthropogenen Ausfall biologischer Arten zu vermeiden, entspricht dann der ökologischen Grenzbelastung und markiert damit die Tragfähigkeit eines Ökosystems oder einer Systemagglomeration. Dieser Impact lässt sich in die beiden nachstehend thematisch getrennten Komponenten gliedern:

- 1.1 Die anthropogen freigesetzten, technisch aufbereiteten, erneuerbaren, fossilen und nuklearen Energiepotentiale. Diese Arbeitspotentiale gehen nach dem technischen Gebrauch in ihre Letztform "Wärme" über. Bis auf die gegenwärtig genutzte Energiemengen solarer Herkunft bewirken sie allein durch die chemischen bzw. nuklearen Reaktionen eine in ihren Auswirkungen auch heute noch schwer abschätzbare und auf absehbare Zeit auch kaum reversible Erwärmung des Erdklimas. Die fossilen Energien – obwohl auch solaren Ursprungs – wirken hierbei wegen der langen Abspeicher- und kurzen Abrufzeitspannen nicht nur als Fremdenergie, sondern tragen durch ihr Endprodukt CO₂ noch weiter zur Erwärmung bei und verhindern oder beeinträchtigen die Neubildung von natürlichen Energiespeichern.
- 1.2 Die technische Nutzung der Energiepotentiale bewirkt im Zuge von Produktions- und Dienstleistungsprozessen teils zwangsläufig, teils auch billigend in Kauf nehmend, Emissionen von Gift- und Schadstoffen, wie auch Lärm, welche die lebende Natur (und damit auch den Menschen) mehr oder minder irritieren, belasten, schädigen oder gar zerstören. Dazu gehören aber auch – wenngleich schwieriger zu quantifizieren – Landverbrauch für ausufernde Stadtlandschaften, üppig ausgelegte Verkehrswege, industrielle Nutzflächen und anderes mehr sowie eine außer gesellschaftliche Kontrolle geratene Mobilität. Weil aber all diese Emissionen durch die Verwendung anthropogen freigesetzter Energie ausgelöst werden, ist der technische Energiefluss die Kausalgröße jeder toxisch-noxischen Belastung der lebenden Umwelt.
- 1.3 Über Art und Umfang, Quellen, Verteilungsmuster und Auswirkungen der Emissionen liegt mittlerweile eine schier unübersehbare Menge einschlägiger Literatur vor. Es würde jedoch am Thema dieses Beitrags vorbeigehen, darüber erneut zu diskutieren. Die so verschiedenartigen Formen der Belastung, wie Energie und Emissionen mit dem Ziel einer umfassenden Analyse auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen, erscheint zwar verlockend und wäre nach einem vom Verfasser vorgeschlagenen Verfahren auch prinzipiell möglich, ist aber sehr aufwendig und für die folgenden Überlegungen nicht notwendig.

Dieses Verfahren [3] zur Vereinheitlichung der Lastkomponenten (Energie und Emissionen) beruht auf dem Ansatz einer fiktiven Substitution von Gift- und Schadstoffen durch Temperatur, also durch eben jene Auswirkung, die wir als Letztform der Energienutzung kennen, nämlich Wärme. Dabei wird die Temperatur des untersuchten

Ökosystems soweit angehoben, bis bei den als Bioindikatoren ausgewählten Organismen zahlenmäßig der gleiche Defekt (Verlust an Biomasse) eintritt, wie unter der stofflichen Belastung. Der hierzu notwendige Energiefluss entspricht dann dem Störpotential der Emissionen, das sich damit in derselben Dimension angeben lässt wie die Kausalgröße. Der zivilisatorische Druck lässt sich damit als Energiefluss in technischen Arbeitseinheiten (kWh, Joule, Kalorien) je Zeiteinheit ausdrücken. Das Verhältnis von realer (energetischer) zu fiktiver (stofflicher) Belastung wird von vielen Einflussgrößen bestimmt, das heißt, dass im Zuge der industriellen Entwicklung der aktuelle Stand der Technik, die jeweils angewandten Verfahren, die Ressourcenlage, aber auch in nicht geringem Umfang kommerzielle Aspekte die jeweilige Größe der beiden Lastkomponenten zueinander verändert haben. Zu diesen Veränderungen liegen nur sektoral gesicherte Werte vor. Breitangelegte Untersuchungen sind nicht bekannt, jedoch ist zu vermuten, dass das Wirkungsspektrum der stofflichen Belastungen allein wegen der Zahl der seit dem Beginn der industriellen Revolution künstlich hergestellten chemischen Verbindungen – die 12 Millionen-Marke wurde bereits 1995 überschritten – erheblich erweitert wurde. Viele dieser Stoffe sind aggressiv gegenüber jeder Art von lebender Materie, die darauf weder vorbereitet ist und auch nicht angemessen konditioniert werden kann. Wegen der diesbezüglich mangelnden Daten sollen die folgenden Überlegungen zur Analyse der regionalen ökologischen Tragfähigkeit vorläufig unter der Annahme einer seit etwa 1800 unveränderten Wirkrelation der energetischen und stofflichen Lastanteile vorgenommen werden. Da im Gegensatz zu den stofflichen Emissionen die technisch-anthropogenen Energieflüsse ausreichend dokumentiert sind, ist es möglich, diese zumindest für überschlägige Abschätzungen als Synonym für die Umweltbelastung schlechthin heranzuziehen.

Diese zwar grobe Vereinfachung erleichtert einerseits den Zugang zu den durch den technisch-zivilisatorischen Impact hervorgerufenen, komplexen Vorgängen in der Biosphäre, ist andererseits aber so positiv angelegt, dass der eventuelle Vorwurf der zweckpessimistischen Schwarzmalerei gegenstandslos wird. Wie lässt sich nun die Tragfähigkeit von Ökosystemen quantitativ bestimmen? Mit der Vorgabe der nachhaltigen Schadensvermeidung lässt sich die kritische Belastung relativ eng eingrenzen. Voraussetzung ist eine sorgfältige Beobachtung der natürlichen Umwelt hinsichtlich des beginnenden Artenschwunds, wobei das Herausfiltern von besonders empfindlichen Arten als Bioindikatoren (siehe oben) hilfreich ist.

Mit Hilfe der Korrelation von Ausfallrate und technischem Energiefluss kann nun durch Intrapolation zu den Daten früherer Beobachtungsergebnisse sowohl die Intensität des Impakts, wie auch Zeitpunkt der Grenzüberschreitung ermittelt werden. Im grenznahen Bereich genügt deshalb schon eine geringfügige Reduzierung der Belastung, um auf die sichere Seite zu gelangen. Die retrospektive Kenntnisnahme der gerade-noch-Vermeidung anthropogenen Artenschwunds in Verbindung mit dem damaligen Energiefluss (und selbstverständlich mit den zugehörigen, hier ausgeklammerten Emissionen) bestimmt somit die Grenze, an der ökologische Stabilität erwartet werden kann. Diese Tragfähigkeitsgrenze wird auch heute noch häufig als unbestimmbar bezeichnet – man muß sich dann allerdings die Frage stellen, welchen Sinn Natur- und Umweltschutz ohne klar definierbare Zielvorstellung überhaupt hätten

Beliebig hohe Bevölkerungsdichten in Verbindung mit ebenso beliebig hohen technisch-zivilisatorischen Ansprüchen sind demnach auf Dauer nicht realisierbar. Jeremy Bentham erhob in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts das Postulat vom "größtmöglichen Glück für die größtmögliche Zahl". Zu seiner Zeit offenbarte sich aus

dieser Forderung noch keine logische Ungereimtheit, weil die mit dem damaligen agrartechnischen Instrumentarium (also ohne Fremdenergie) erreichbare Menschenzahl relativ gering war und jenseits von deren aus den Elementarbedürfnissen resultierenden Lastanteilen noch Spielraum für die Realisierung eines (im ökologischen Kontext) materiell definierten höheren Lebensstandards verblieb (siehe Abb. 3). Die Ausschöpfung dieses Spielraums war damals insofern irrelevant, als weder die zeitgenössischen Produktionstechniken einen breitangelegten Wohlstand erlaubten, noch die damit verstränkten ökologischen Probleme erkannt werden konnten. Heute, da die moderne Agrartechnik mittelfristig mehr Menschen ein Leben ermöglicht als die Ökosysteme ertragen können, kristallisiert sich aus der Bentham'schen Forderung ein Widerspruch in sich heraus, indem hiermit zwei Superlative zu einem (grenzenlosen) Gesamtkomplex vereinigt werden. Man kann also entweder ein wie immer definiertes oder definierbares größtmögliches individuelles Glück einfordern, woraus sich die dann größtmögliche Zahl ergibt, oder man orientiert sich an der größtmöglichen Zahl (d.h. der kritischen Bevölkerungsdichte) und erhält dann das Existenzminimum als "größtmögliches Glück".

Die Beschreibung der im Folgenden angesprochenen komplexen Zusammenhänge verlangt eine kurze Diskussion der hier relevanten Einflussgrößen. Energieflüsse werden in technischen Arbeitseinheiten (Joule, Wh, Nm, Kalorien) je Zeiteinheit angegeben. Diese letzteren Größen nennt man "Leistung". Sie wird in der Regel mit kW, mitunter auch mit der altbackenen, jedoch die Vorstellung fördernden Dimension PS bezeichnet. Mit ihrer Wirkzeit multipliziert ergeben sie die in dieser Zeitspanne verrichtete Arbeit. Die vielleicht verwirrende Vielfalt der Dimensionen für technische Arbeit hat ihren Ursprung in der Frühzeit der technisch-naturwissenschaftlichen Entwicklung, als die einzelnen Disziplinen plausible und praktisch anwendbare Messgrößen für ihr jeweiliges Metier einführten. Diese Größen sind selbstverständlich ineinander verrechenbar. Während im technischen Sektor die Angabe der Arbeit in kWh (MWh, GWh) üblich ist, bevorzugen die naturwissenschaftlichen Disziplinen die Größe Joule (J, kJ, MJ, GJ).

Zur besseren Anschaulichkeit sei hier die Leistung der Energieflüsse in GJ/km^2 und Tagbeziehungsweise in MJ/Person und Tag angegeben. Statistische Angaben über Energiemengen beziehen sich im allgemeinen auf ein Jahr. Die Verkürzung der Bezugszeit auf einen Tag anstelle eines Jahres erfolgte, um unnötig grosse Zahlengebilde oder die manchem Leser weniger vertrauten Zehnerpotenzen zu vermeiden. Die weltweit wirksamen Energieflüsse, wie auch die an sie gekoppelten Emissionen, weisen regional und auch lokal sehr unterschiedliche Dichten auf, die ihre Ursache in der Art der Quellen haben, zum Beispiel Punktquellen (Schornsteine, Ablaufrohre), Linienquellen (Strassen, Eisenbahnen), oder Flächenquellen (mineraldünger- und pestizidbehandelte landwirtschaftliche Flächen). Die Beurteilung ihrer ökologischen Auswirkungen verlangt deshalb nicht nur den Bezug auf definierte Areale, sondern auch auf Rastereinheiten als Basis für vergleichbare Kenngrößen. Dabei ist zu beachten, dass zu klein gewählte Areale zueinander stark streuende Ergebnisse aufweisen können und wegen dieser Differenzierung unter Umständen die Übersichtlichkeit leidet. Die Ergebnisse zu großer Areale nähern sich zu sehr dem globalen Mittelwert. In beiden Fällen verlieren sie an Aussagekraft. Obwohl die politischen Arealgrenzen für die Erhebung statistischer Daten nur selten mit den Grenzen der untersuchten Ökosysteme übereinstimmen, liefern die flächenspezifischen Belastungswerte doch brauchbare Anhaltspunkte zur Kritik der ökologischen Situation.

Weil in den weiteren Ausführungen die Bevölkerungsdichte eine wichtige Rolle spielt und diese mit der Zahl der im Mittel auf einem Quadratkilometer lebenden Individuen angegeben wird, liegt es nahe, den Quadratkilometer auch als Rastereinheit für die Energieflüsse einzuführen. Die im Folgenden verwendete Dimension für den flächenspezifischen Energiefluss (E) ergibt sich dann zu GJ/km² und Tag. Dies führt unmittelbar zur eingangs gestellten zweiten Frage nach den individuellen Lastanteilen.

Ad 2:

Diese Frage ist formal einfach zu beantworten. Man braucht nur den flächenspezifischen Energiefluss (E) durch die Bevölkerungsdichte (d) zu dividieren, um damit den individuellen statistischen Anteil (e) sowohl als Belastungselement, als auch als Spiegel der allgemeinen Lebensumstände zu erhalten. Allerdings gibt diese Größe nur bedingt Auskunft über die sozialen Verhältnisse einer Gesellschaft. Je homogener die materiellen Güter auf eine Gesellschaft verteilt sind, desto realistischer beschreibt der individuelle Lastanteil den technisch bestimmbaren Lebensstandard. Eine weitere Variable ist die Effizienz der jeweils angewandten Technik, mit anderen Worten, in welche zivilisatorische (nicht technische!) Leistung werden die eingesetzten Energiemengen umgesetzt? Die Effizienzdiskussion, wie auch die Hoffnung auf eine Miniaturisierung von technischen Produkten oder die etwas verschwommen erscheinende Forderung nach Entmaterialisierung, erhitzen seit vielen Jahren die Gemüter. Ob sich die diesbezüglich hochgespannten Erwartungen erfüllen werden, erscheint fraglich, da zumindest die Wirkungsgrade bei den notwendigen Energieumformungen schon aus ökonomischen Gründen nahe an die physikalischen Grenzen herankommen.

Die Auftrennung der flächenspezifischen Energieflüsse in einen individuellen Lastanteil und die statistische Mittelzahl der daran Beteiligten zeigt nicht nur deren überragende Bedeutung für die Belastung der Umwelt, sondern eröffnet auch die Möglichkeit, die gegenseitigen Wechselwirkungen dieser beiden Einflussgrößen in Form von Schaubildern aufzuzeigen. Die Darstellung von systemaren Zusammenhängen in Diagrammform ist eine Kurzsprache von hoher Informationsdichte, aber erfahrungsgemäß nicht Jedermanns Sache, weshalb die diagrammatische Präsentation von Daten oder Funktionen häufig Ablehnung erfährt. Um weder überflüssige Irritationen aufkommen zu lassen, noch den Verlust von Information zu provozieren, sollen die zum Verständnis unverzichtbaren Schaubilder so einfach wie nur möglich gestaltet werden.

Ein Analyseverfahren

Das in Abb. 1 gezeigte, vorerst dimensionslose Diagrammfeld ist auf eine Flächeneinheit, also 1 km², des untersuchten Territoriums bezogen. Auf der vertikalen Achse ist die Bevölkerungsdichte, auf der horizontalen Achse der statistische Mittelwert der pro Person täglich gebrauchten Energiemenge aufgetragen. Mit Hilfe der eingangs vereinfachend angenommenen Proportionalität (s.o.) von Energiefluss und Emissionen läßt sich nun durch Multiplikation der täglichen pro-Kopf-Energiemenge mit der jeweiligen Bevölkerungsdichte die im Durchschnitt auf einen km² entfallende Belastung als rechteckige Fläche darstellen. Der Flächeninhalt gibt die Größe der Belastung an. Rechtecke gleichen Flächeninhalts bedeuten gleiche Belastung je Rastereinheit, somit auch, dass die den beiden Variablen "Dichte" und "persönlicher Energieanteil" zugeordneten Koordinaten stets ein gleich großes Produkt ergeben. Den Schnittpunkt X der beiden Variablen im Diagrammfeld könnte man als den ökologischen Existenzpunkt der damit charakterisierten Gesellschaft bezeichnen. Die Schnittpunkte X für flächengleiche Rechtecke verschiedener Form bilden einen Kurvenzug, der asymptotisch an die Koor-

dinatenachsen des Diagrammfeldes annähert. Diese vom Mathematiker als Hyperbel bezeichnete Kurve beschreibt damit alle möglichen Kombinationen von Bevölkerungsdichte und pro-Kopf-Belastung. Ändern sich die auf eine Rastereinheit (km²) einwirkenden technischen Belastungen, so erzeugen die daraus ableitbaren Rechteckvarianten gleicher Größe weitere Hyperbeln, so dass das gesamte Diagrammfeld eine Schar von unendlich vielen Hyperbeln enthält. Eine davon repräsentiert die Grenze der Dauerbelastbarkeit des untersuchten Ökosystems. Driftet der Existenzpunkt (X) darüber hinaus, so ist – abhängig von den geometrischen Orten, die seinen Weg beschreiben und seiner jeweiligen Verweildauer an diesen Orten – die Verarmung des biologischen Inventars und damit ein Destabilisierungsschub des Systems vorgegeben. Die Frage, ob ein solcher Vorgang, auch wenn er durch die Stabilisierung des Existenzpunktes zum Stillstand käme, einen neuen Gleichgewichtszustand zum Ergebnis haben könnte, ist hypothetisch. Wegen dieser Unsicherheit und der geringen Wahrscheinlichkeit, dass sich dadurch neue stabile oder gar bessere Lebensbedingungen ergeben könnten, sind solche Szenarien als Grundlage für sicherheitsorientierte Zukunftsprojektionen kaum geeignet.

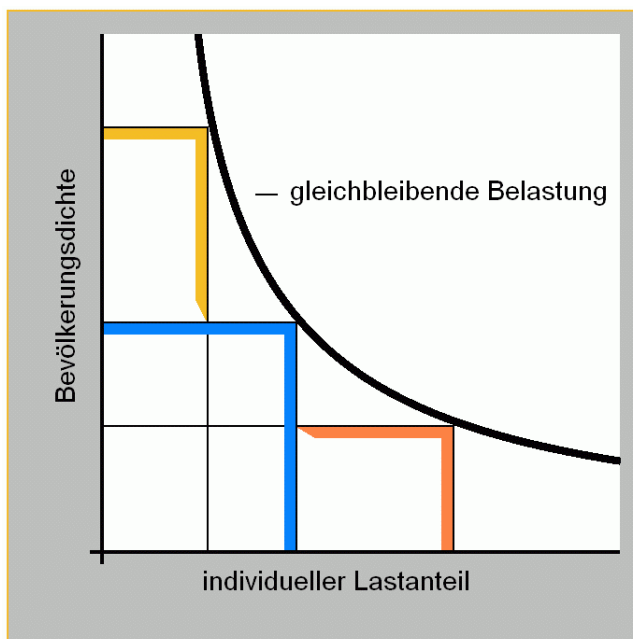


Abb. 1 zeigt in einem nach Bevölkerungsdichte und persönlichem statistischen Lastanteilen geordneten Schaubild die Hyperbelform eines gleichbleibenden Belastungszustands in Abhängigkeit der beiden Faktoren Dichte und Lastanteil.

Wie weit und wie lange eine Gesellschaft außerhalb dieser Tragfähigkeitsgrenzen existieren kann, ist anhand von zahlreichen Prognosemodellen untersucht worden. Die Ergebnisse enthalten fast immer einen mehr oder minder realistischen Zeithorizont, jenseits dessen mit katastrophalen Zustandsänderungen der betroffenen Ökosysteme zu rechnen wäre. Der anthropogene Ausfall biologischer Arten dürfte mithin das fundamentalste Indiz bieten, dass etwas aus dem Ruder gelaufen ist und Korrekturen des gesellschaftlichen Verhaltens vonnöten wären. Diese Grenzbedingung und ihre Wiedergabe, die in der gewählten Darstellung die Funktion einer Hyperbel aufweist, manifestiert zwar die wichtigste Einschränkung menschlicher Tätigkeiten, lässt aber auch erkennen, dass sie nicht über den gesamten Bereich der Funktion gelten kann. Sonst wären nämlich auch groteske, nicht praktikable Zuordnungen der beiden Koordinaten möglich, zum Beispiel eine gegen unendlich gehende Bevölkerungsdichte gepaart mit einem gegen Null gehenden zivilisatorischen Anspruch (Energiefluss). Dass eine solche

Kombination schon allein wegen der Grenzen, die der Nahrungsbeschaffung gesetzt sind, nicht funktionsfähig sein kann, bedarf keines besonderen Beweises. Die ins andere Extrem weisende Entwicklung (Dichte gegen Null – Anspruch gegen unendlich) ist ebenso unrealistisch, müsste doch von einer so dünn gestreuten Bevölkerung die für den entsprechenden Anspruch nötige technische Infrastruktur erstellt und betrieben werden, ganz abgesehen von dem Sachverhalt, dass schon unsere endliche Lebenszeit dem Konsum relativ enge Grenzen setzt. Darüber hinaus muss es also noch weitere Einflüsse geben, welche die uns zu Gebote stehenden ökologischen Nischen weiter einengen. Es sind dies jene zum schieren Überleben notwendigen, langfristig nicht unterschreitbaren Anteile aus dem individuellen Gesamtanspruch, die für die Erfüllung der Elementarbedürfnisse (Ernährung, Bekleidung, Behausung) und zwar auf bescheidenster Basis, unabdingbar sind.

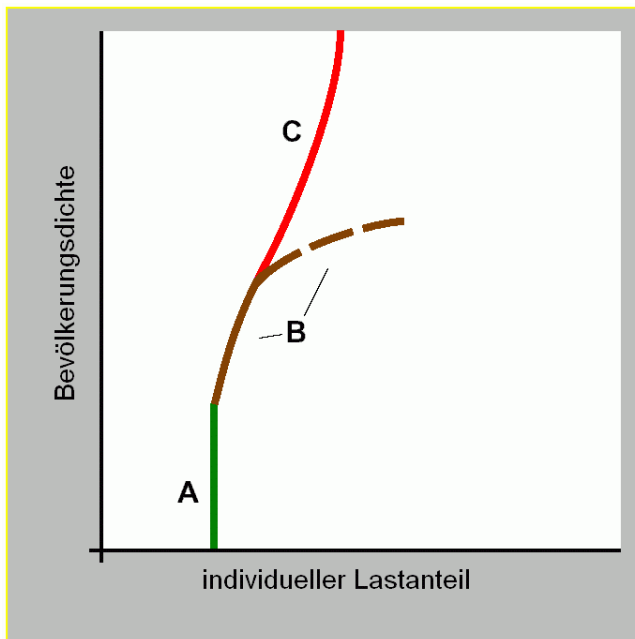


Abb. 2 beschreibt die dichteabhängigen, zur Befriedigung der Elementarbedürfnisse (Ernährung, Bekleidung, Behausung) unvermeidlichen persönlichen Lastanteile als einen aus drei Abschnitten zusammengesetzten Kurvenzug (A-B-C).

Zwei dieser Mindestanforderungen für menschenwürdiges Leben, nämlich Bekleidung und Behausung, sind – regional abhängig – mit größeren oder kleineren energetischen Aufwendungen unlösbar verbunden. Eine Ausnahme bildet die Nahrungsbeschaffung, die unterhalb einer bestimmten Dichteschwelle ohne technisch aufbereitete Energie auskommt, solange sie sich ausschließlich auf eine nur auf menschlicher und tierischer Muskelkraft basierende Landwirtschaft stützt (senkrechte Gerade A im gleichen Diagrammfeld (Abb. 2) Jenseits dieser Schwelle wird, wenn nicht andere Systeme zum Tausch von Nahrungsmitteln gegen gewerbliche oder industrielle Güter verfügbar sind, der Einsatz von technischer Energie für die landwirtschaftliche Produktion unerlässlich. Diese energetischen Aufwendungen steigen nun keineswegs proportional mit der Bevölkerungsdichte, sondern folgen einer Funktion, die schließlich in die Waagrechte übergeht. Selbst geringe Ertragszuwächse erfordern dann einen immer größeren Aufwand und gehen zuletzt gegen Null (Kurvenzug B in Abb. 2). Hier bietet das oben erwähnte Tauschverfahren "Industriegüter gegen Nahrung" einen scheinbar einfachen Ausweg (Kurvenzug C in Abb. 2). Scheinbar deshalb, weil das Verfahren erstens das permanente Angebot von landwirtschaftlichen Überschüssen an anderer Stelle

der Erde voraussetzt und zweitens (dies vorwegnehmend) die allein schon aus diesem Tauschverfahren für das lebensnotwendige Gut "Nahrung" resultierenden Belastungen bereits die ökologische Dauertragfähigkeit der von den Nahrungsempfängern bewohnten Regionen übersteigt. Auf die Ableitung dieser Funktion wurde hier aus Platzgründen verzichtet. Dennoch hierzu folgende Anmerkung: Die Kurve C stammt aus einer vom Grad der landwirtschaftlichen Eigenversorgung abhängigen Kurvenschar. Das auch mit Hilfe des fragwürdigen Tauschverfahrens nicht mehr unterschreitbare Minimum für die Elementarbedürfnisse ergibt sich bei einem harmonischen Übergang aus der Funktion "B" in eine korrespondierende Kurve vom Typ "C". Der Berührungspunkt ist dort, wo die energetischen Aufwendungen für die eigene Landwirtschaft auch ökologisch "unrentabel" werden. Die Teilstücke A-B-C der Gesamtfunktion beschreiben damit das dichteabhängige Existenzminimum einer Industriegesellschaft. Inwieweit sich dieser Kurvenzug durch technische Verbesserungen nach links verschieben lässt, mit anderen Worten die Aufwendungen für die Grundbedürfnisse minimiert werden können, wird die weitere Entwicklung zeigen. Gravierende Veränderungen sind eher unwahrscheinlich, weil es bei diesen Bedürfnissen weder Verzicht- noch nennenswerte Sparpotentiale mehr geben dürfte

Dazu ein kurzer Exkurs zum Begriff "ökologischer Fußabdruck". Dieser in jüngster Zeit häufig zitierte Ausdruck bezieht sich auf die Tatsache, dass fast alle westeuropäischen Industrieländer hinsichtlich der Nahrungsversorgung de facto weit größer sind, als es ihre Landkarten ausweisen, mit anderen Worten, sie stützen sich auf die landwirtschaftliche Produktionskraft von Regionen, die sich formal in der Verfügungsgewalt anderer Staaten befinden. Das Bezugsniveau dieses "Abdrucks" ist der durchschnittliche Gesamtlebensstandard der Nutznießergesellschaft, also Elementarbedürfnisse plus höherer Lebensstandard. Das oben angesprochene Szenario der teilweisen Fremdversorgung mit Nahrungsmitteln ergibt aber schon für die Elementarbedürfnisse einen Fußabdruck, der bei den meisten europäischen Staaten mehr als doppelt so groß ist wie ihr Territorium.

Trägt man nun die hyperbelförmige ökologische Grenze zusammen mit dem Kurvenzug A-B-C in das Diagrammfeld ein, so ergibt sich eine von den beiden Grenzkurven und der Grundlinie eingeschlossene Fläche, welche die dauerhaft nutzbare ökologische Nische aufzeigt (Abb. 3). Der Schnittpunkt der beiden Kurven markiert die kritische Bevölkerungsdichte des in Frage stehenden Ökosystems. An diesem Punkt wird die Dauertragfähigkeit des Systems bereits durch die aus den Elementarbedürfnissen resultierenden Belastungen erschöpft. Jenseits dieser Dichteschwelle sind ökologisch stabile Zustände selbst bei bescheidenster Lebensweise nicht mehr möglich. Für mittel- und westeuropäische Verhältnisse liegt die Grenzdichte bei 100 bis 120 Bewohnern pro km². Außer Frankreich weist kein Land dieser Großregion derart geringe Bevölkerungsdichten auf. Jedes dieser Länder hätte schon seit langem einen über die Grundbedürfnisse hinausgehenden Lebensstandard folgerichtig bereits vorab mit einer entsprechenden Absenkung ihrer Menschenzahl reagieren müssen. Da eine solche überfällige Korrektur aus ethischen Gründen selbstverständlich nur über die Absenkung der Geburtenrate – oder allenfalls Emigration – erfolgen kann, ist eine endliche Zeitspanne zu ihrer Realisierung zu berücksichtigen. Auf den notwendigen oder möglichen Grad von Reduktionen der Populationsdichten über eine Absenkung der Geburtenraten wird noch näher einzugehen sein.

Zu diesen oben grundsätzlich nach Art und Form definierten, für menschliche Gesellschaften bedeutsamen Grenzen von ökologischen Nischen kommen noch weitere

Grenzen hinzu, die allerdings unter den gegenwärtigen Gegebenheiten vorläufig irrelevant sind. Es sind dies jene (sehr niedrigen) Grenzwerte der Bevölkerungsdichte, unterhalb derer Kulturen weder entstehen noch aufrechterhalten werden können. Die für die Schaffung von technischen Zivilisationen erforderlichen Dichtewerte dürften etwas höher liegen. In beiden Fällen spielen Menschenzahl und ihr Verteilungsmuster im Raum eine wichtige Rolle d. h., dass auch bei geringen statistischen Mittelwerten regionale Verdichtungsinseln möglich sind, welche dann den längerfristigen Bestand von Kulturen und Zivilisationen gestatten.

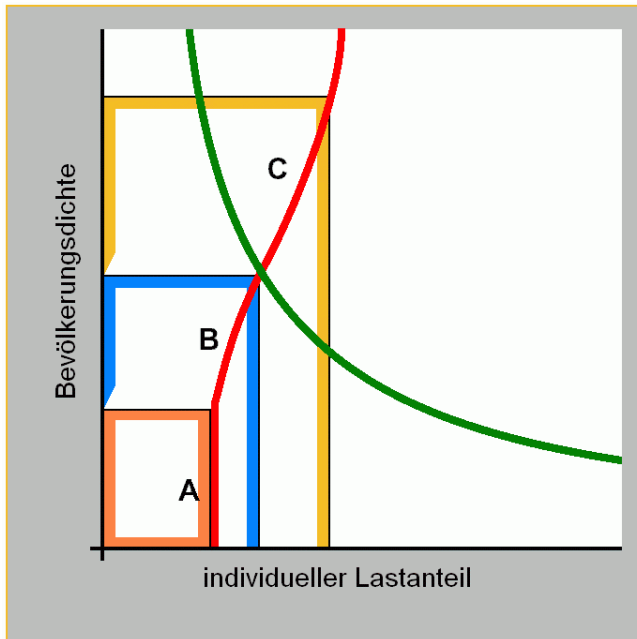
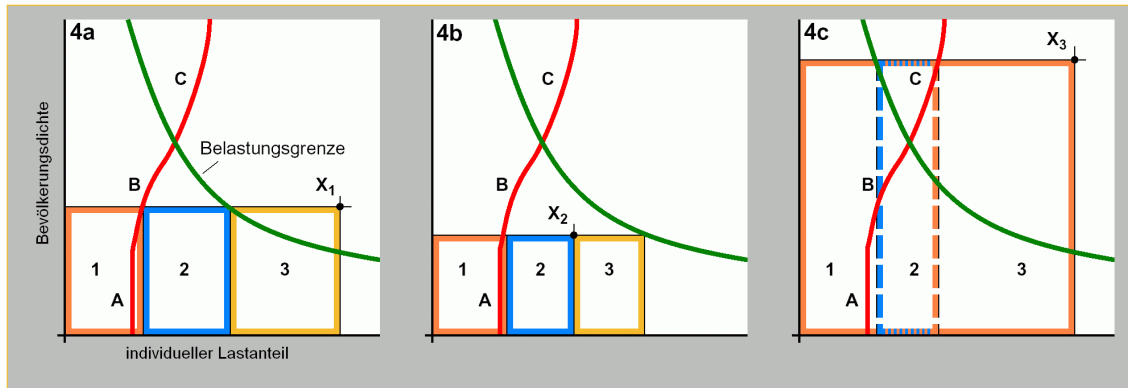


Abb. 3 zeigt die durch die ökologisch determinierte Grenzhypothese und den Kurvenzug A-B-C (s. Abb. 2) umrissene Nische für menschliche Gesellschaften.

Daraus lassen sich folgende wichtige Erkenntnisse gewinnen. Erstens werden durch die nach oben zusammenlaufenden Funktionen der kritischen Belastung und der Elementarbedürfnisse die Möglichkeiten, mit steigender Bevölkerungsdichte dauerhaft einen anspruchsvolleren Lebenszuschnitt zu verwirklichen, immer weiter eingeschränkt. Die politische Freiheit einer Gesellschaft besteht also im Extremfall in der Bewegung des Existenzpunktes unterhalb der kritischen Dichte zwischen der Funktion für die Elementarbedürfnisse und der Grenzhypothese bis zu einem Anspruchsniveau, dessen durchschnittliche Höhe sowohl durch seine technische Machbarkeit, wie auch durch unsere endliche Lebensspanne bestimmt wird. Welchen Ort der Nische eine Gesellschaft auch immer als ihren ökologischen Existenzpunkt wählt, also eine diesbezügliche politische Entscheidung fällt, die Zahl der Geburten darf in der Grenzsituation die Reproduktionsrate nicht übersteigen. Zweitens werden infolge jeglichen Verweilens des Existenzpunktes außerhalb dieser Nische entweder ökologisch und/oder sozial instabile Verhältnisse hervorgerufen. Drittens ist der langfristig mögliche Energie- und Materiedurchsatz (Emissionen) durch ein Ökosystem von eben dessen Eigenschaften begrenzt. Dies bedeutet, dass viertens selbst bei Optimierung aller technischen Einflußgrößen langfristig auch nur ein begrenztes materielles Wirtschaftsvolumen (nicht-wachstum!) realisiert werden kann. Ein wie immer geartetes "Wachstum", d. h. Akkumulation von Gütern und Dienstleistungen, könnte dann allenfalls im individuellen Bereich und um die entsprechende Preisgabe einer höheren Bevölkerungsdichte stattfinden.

In diesem Schaubild (Abb. 3) lässt sich also jede menschliche Aktivität, die mit demographischen Bewegungen und Energiefreisetzung (mit ihren Folgen) verbunden ist, darstellen. Dazu einige Beispiele (Abbn. 4a - c):



Abbn. 4a - c zeigen drei Fallbeispiele von Mensch - Umwelt - Beziehungen in Relation zu einer vorgegebenen ökologischen Nische.

- 4a) Der ökologische Existenzpunkt einer Gesellschaft sei mit X_1 gegeben. Zieht man durch diesen Punkt eine waagrechte Linie, so wird die Energiekoordinate durch die beiden einprojizierten Kurven in drei Abschnitte unterteilt. Der linke Teil zwischen der vertikalen Diagrammchse und der Kurve A-B-C gibt die Belastungen aus den Grundbedürfnissen wieder (Fläche 1). Der mittlere Abschnitt bis zur ökologischen Belastungsgrenze (Hyperbel) zeigt den dauerhaft in höheren Lebensstandard umsetzbaren maximalen Lastanteil an (Fläche 2). Rechts von dieser Grenze bis zum Punkt X_1 reicht der Überlastanteil, der die mehr oder minder langfristige Destabilisierung des betroffenen Ökosystems signalisiert. Die Problemlösung kann entweder über die Reduzierung der Last bis zur Grenzbelastung, über eine Absenkung der Bevölkerungsdichte oder ein daraus kombiniertes Verfahren erfolgen, das dann beide Komponenten berührt.
- 4b) Die durch X_2 charakterisierte Gesellschaft befindet sich innerhalb der ökologischen Nische. Wegen der geringeren Dichte ist der Anteil für die Elementarbedürfnisse nun kleiner. Rechts davon erstreckt sich bis zum Punkt X_2 der in höheren Lebensstandard umgesetzte Abschnitt. Die Fortsetzung der waagrechten Geraden bis zur Grenzhyperbel repräsentiert eine Option zur weiteren Anhebung des Lebensstandards bei gleichbleibender Bevölkerungsdichte. Die Grenzbelastung könnte ebenso ausgeschöpft werden a) bei unveränderter pro-Kopf-Belastung (vertikale Gerade nach oben) oder b) bei gleichbleibendem Lebensstandard (Äquidistante zur Kurve A-B-C) mit dem Ergebnis einer etwas geringeren Dichte.
- 4c) Die in diesem Beispiel gezeigte Gesellschaft hat ihren Existenzpunkt (X_3) weit außerhalb der langfristig vorgegebenen ökologischen Nische. Die waagrechte Linie durch X_3 schneidet die Grenzhyperbel links von den aus den Grundbedürfnissen erwachsenden Belastungen (Fläche 1). Das bedeutet, dass diese Gesellschaft bei Einhaltung der ökologischen Grenzbelastung unter das Existenzminimum geraten würde. Allein die Bewahrung des Existenzminimums verursacht hier bereits eine erhebliche Überlastung des zugrunde liegenden Ökosystems (Fläche 2). Die in höhere Lebensbedürfnisse umgesetzten Lastanteile ergeben die Fläche 3. Die Summe der Flächen 2 und 3 zeigt die gesamte Überlastung des Systems. Da sich die aktuelle Bevölkerungsdichte über der kritischen Marke be-

findet (Schnittpunkt der Hyperbel mit Kurve A-B-C), ist für die Zielvorgabe "Ökologische Stabilität" eine Absenkung der Bevölkerungsdichte auf den bzw. unter den kritischen Wert unerlässlich. Das Ausmaß dieser Absenkung wird weiter bestimmt durch die verfahrens- und verhaltensorientierten Sparpotentiale, die gegebenenfalls aktiviert werden können.

Mit diesen Beispielen soll demonstriert werden, daß mit dem hier vorgestellten Verfahren ein taugliches Analyseinstrument zur Beurteilung der durch technische Zivilisationen verursachten Belastung ökologischer Systeme verfügbar ist.

Die konkrete Situation.

Es stellt sich nun die Frage nach dem aktuellen Ist-Zustand der Umweltbelastung und den Grenzen der ökologischen Nische. Dies impliziert sogleich die Folgefrage nach dem Bezugsareal und dessen Größe. Hier bietet sich – stellvertretend für Mitteleuropa – die Bundesrepublik Deutschland, eine der höchstbelasteten Regionen der Erde, als geeignetes Studienobjekt an, hier allerdings mit der Einschränkung, dass sich die vorliegende Analyse nur auf die elf alten Länder erstreckt. Der Grund für diesen Vorbehalt ist die unterschiedliche, für ein Industrieland eher atypische Entwicklung der ehemaligen DDR im Vergleich mit den westlichen Bundesländern sowie die unterschiedliche mittlere Bevölkerungsdichte der beiden Landesteile. Mit ca. 250.000 km² liegt der Westteil dieser Region in einer Größenordnung, welche einerseits eine zu weit gehende Differenzierung vermeidet, sich andererseits aber deutlich vom globalen Mittelwert abhebt.

Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass das dazu benötigte Instrumentarium keineswegs vollständig ist. Zur Bestimmung der Belastung je Rastereinheit und des individuellen Lastanteils bedarf es nämlich eines ausreichend großen Datensatzes für die oben erwähnten thermischen Schadäquivalente auch nur der wichtigsten und häufigsten Emissionsarten, oder anderer vereinheitlichender Verfahren. Einen solchen Datensatz zu erstellen dürfte, unabhängig vom angewandten Verfahren, zumindest mit erheblichem, sowohl technischen wie auch zeitlichen Aufwand verbunden sein.

Es bleibt also fürs Erste nur der Rückgriff auf die zeit- und raumspezifisch anthropogen freigesetzten Energiemengen als Kenngröße für die gesamte Umweltbelastung. Neben der systemimmanenten Unsicherheit im Umgang mit biotischer Materie kommt zwar nun noch die weitere vergrößernde Annahme einer Proportionalität von technischer Arbeit und den daraus resultierenden Schadpotentialen hinzu. Die Ergebnisse einer auf diese Weise durchgeführten Analyse der elf alten Länder der BRD als phänotypischem europäischen Industrieland rechtfertigen jedoch diesen vereinfachten Ansatz, um daraus plausible Handlungsvorgaben ableiten zu können.

Verfolgt man nun die Entwicklung von Pro-Kopf-Energieverbrauch und Bevölkerung in einer bestimmten Region und trägt die zeitlich einander zugeordneten Daten in einem nach durchschnittlicher Bevölkerungsdichte (d) und statistischem individuellen Energieverbrauch (e) geordneten Diagramm ein, so stellt sich der auf eine Rastereinheit (km²) bezogene anthropogene Energiefluss $E = d \cdot e$ (hier als Synonym für die gesamte Umweltbelastung) gleichfalls als zeitspezifisch bestimmte Fläche dar. Der durch eine solche Fläche definierte jeweils gleiche Lastzustand ist durch die Funktion $d \cdot e = c$ gegeben. Folgerichtig erscheinen Zustände gleicher Belastung ($c = \text{konstant}$) auch in der vereinfachten Darstellung als Hyperbelschar.

In der Abb. 5 ist die Entwicklung von Bevölkerungsdichte und Energieverbrauch auf dem Gebiet der BRD in den Grenzen bis 1990 innerhalb der letzten – und entscheidenden – 200 Jahre aufgetragen. Aus diesem Schaubild läßt sich u.a. Folgendes ablesen: Der Energieverbrauch ist ein Spiegelbild der Prosperität, aber auch der politischen und wirtschaftlichen Krisen (Kriege, Inflation, Bankenkrach, Rezessionen). Die im wesentlichen deutschstämmige Bevölkerung hat in dieser Zeitspanne infolge von hygienischen und medizinischen Fortschritten rapide um den Faktor 6 zugenommen. Gezielte Gegenmaßnahmen wurden aufgrund der bis in die jüngste Zeit bestehenden Unkenntnis der Zusammenhänge, aber auch wegen mancher ideologischer Hemmschwellen nicht ergriffen. Dieser auf Dauer unhaltbare Zustand wird in jüngster Zeit durch nur mühsam gezügelte Zuwanderung weiter verschärft. In der selben Zeitspanne erhöhte sich der statistische Pro-Kopf-Energieverbrauch um den Faktor 8. Die aus demographischen und technischen Ursachen herührende Umweltbelastung ist damit innerhalb der letzten 200 Jahre auf das ca. 50fache des Ausgangswertes angewachsen. Infolge verschiedener Einflüsse, wie technische Verbesserungen, Rationalisierung in den Produktionssektoren aber auch zunehmender Arbeitslosigkeit, stagniert dieser Wert seit etwa 15 Jahren.

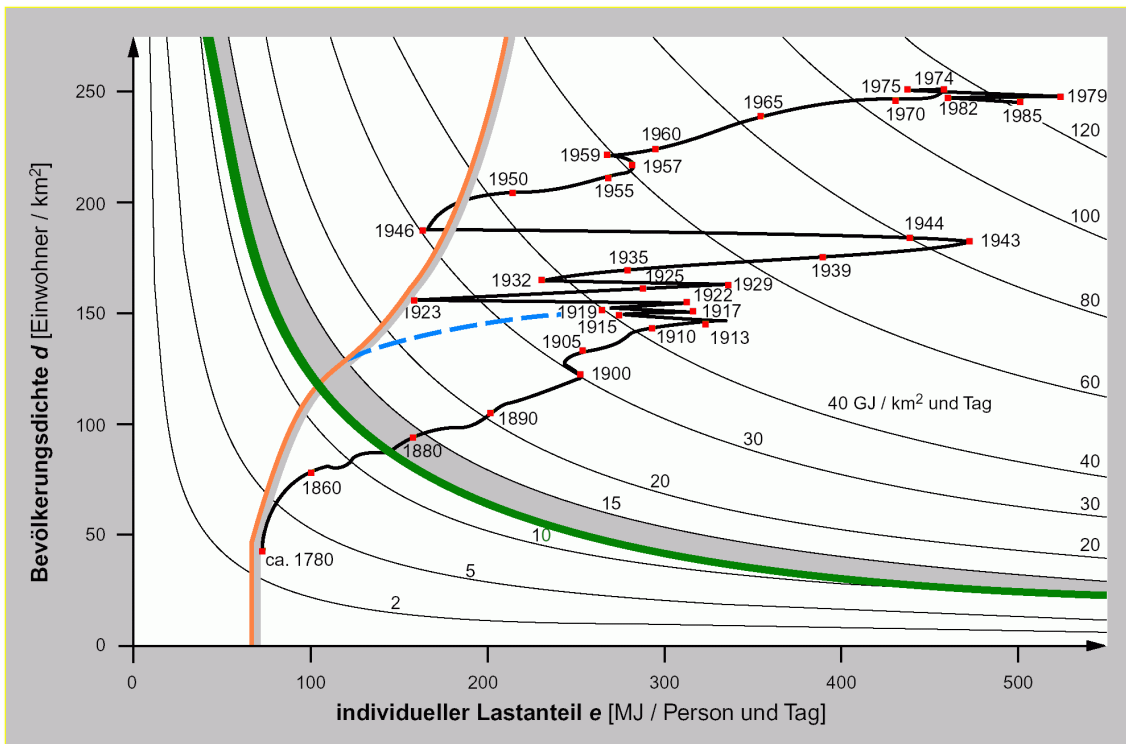


Abb. 5 beschreibt die Entwicklung von Bevölkerungsdichte und dem Pro-Kopf-Energieverbrauch (als Synonym für die aus den Komponenten Energie und Emissionen bestehenden persönlichen Lastanteile) auf dem Areal der ehemaligen BRD als eine der umweltbezogen höchstbelasteten Regionen Europas sowie die Umgrenzung der zugehörigen ökologischen Nische.

Während in der Anlaufphase des industriellen Zeitalters ein großer Teil der Energien dem Auf- und Ausbau der Infrastruktur diente, folgte erst nach dem Zweiten Weltkrieg die Zeit der sozialen Ernte in nennenswertem Umfang, jedoch mit zur Zeit zunehmender sozialer Ungleichverteilung. Ähnliche ökologische, demographische und soziale Verhältnisse weisen Belgien, die Niederlande, Großbritannien und Italien, aber auch – zumindest regional – das dünner besiedelte Frankreich auf.

Wo liegen aber nun die Tragfähigkeitsgrenzen mitteleuropäischer Ökosysteme? Hier führt uns die Orientierung am anthropogenen Artenschwund zurück in die achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts. Zu dieser Zeit wurde erstmals in Deutschland der Ausfall von biologischen Arten registriert. Da sowohl Zeitpunkt wie auch Ausfallereignisse umso schwieriger zu bestimmen bzw. zuzuordnen sind, je mehr man sich diesen Grenzen – sei es nun von unten oder von oben – nähert, ist dieser Bereich im Diagramm als endlich breite Grauzone dargestellt. Eine mit entsprechenden Sicherheitsmargen operierende, ingenieurwissenschaftliche Behandlung von vorläufig eher vage definierbaren Grenzwerten muß sich demzufolge an deren Minima, d. h. Vermeidung weiterer biologischer Verarmung, orientieren. Die auf diese Weise ermittelte Grenzbelastung liegt bei etwa 12 GJ/Quadratkilometer und Tag (entsprechend ca. 4300 kWh/km² und Tag). Aus diesem Sachverhalt läßt sich eine derzeit mindestens zehnfache Überlastung der betroffenen Ökosysteme ableiten, welche durch deren Elastizität und Verschleißfestigkeit nur auf begrenzte Zeit aufgefangen werden kann. Dabei ist dieser Wert wohl eher als optimistisch einzuschätzen. Es wäre demzufolge eine Entlastung von ca. 90 % vonnöten, um wieder unter die kritische Lastgrenze zu gelangen. Dieses Ziel dürfte mit Sicherheit weder allein durch Verbesserung einer ohnehin schon weitgehend ausgereizten Technik, noch durch das Ausschöpfen aller denkbaren Potentiale des Verhaltenssparens zu erreichen sein. Zwei weitere Einflüsse lassen allerdings befürchten, dass selbst diese exorbitant erscheinende Forderung eher als optimistisch anzusehen ist. Es ist nämlich nur plausibel, dass auch nach dem Anlaufen von Maßnahmen zur Regenerierung der Ökosysteme der Artenschwund nicht sofort zum Stillstand kommt. Zudem verbleibt immer noch die z.Zt. noch nicht quantifizierte Größe des Verdrängungseffekts infolge zu hoher Bevölkerungsdichten.

Die andere gesellschaftlich bedeutsame Grenze (s.o.) sind die aus den Elementarbedürfnissen resultierenden persönlichen Last- resp. Energieanteile. Dieser Kurvenzug läßt sich anhand von einigen Extrema des Entwicklungsverlaufs, z.B. den Tiefpunkten 1923 und 1946 sowie der Ausgangssituation um 1780, als die persönlichen statistischen Energieanteile jeweils nahezu deckungsgleich mit den Aufwendungen für die Elementarbedürfnisse waren, einigermaßen realistisch bestimmen. Der Schnittpunkt dieses Kurvenzugs mit der Grenzhypel gibt eine kritische Bevölkerungsdichte von ca. 120 Einwohnern pro km² an, jenseits derer die oben angesprochene ökologische Stabilität nicht mehr gegeben ist. Eine am Existenzminimum lebende Bevölkerung wäre mit ca. 100 - 120 Einwohnern pro km² gerade noch in der Lage, die Stabilität der von ihr genutzten Ökosysteme dauerhaft zu bewahren. Jeder Versuch, einen höheren Lebensstandard zu realisieren, müßte dann durch eine entsprechende Absenkung der Bevölkerungsdichte kompensiert werden [5,6].

Dies erscheint die geeignete Stelle für einen kurzen Exkurs zum Begriff Tragfähigkeit. Garrett Hardin definiert diese Größe als kulturelle Tragfähigkeit [4]. Er vertritt die Meinung, dass die Zahl der Individuen, welche in einem gegebenen Areal gleichzeitig leben können, von den jeweils erreichten Kulturstufen abhängt. Hingegen wurde bisher die biologische Tragfähigkeit wenig beachtet, obwohl diese letztlich die bestimmende Größe ist. In einem anschaulichen Beispiel könnte man die biologische Tragfähigkeit mit einem Balken von gegebenem Querschnitt und Länge (und damit bestimmter Belastbarkeit) vergleichen. Unterschiedlich große Gewichte, welche die kulturabhängig größtmöglichen Produkte von Bevölkerungsdichte und individuellem technischen Anspruch symbolisieren, könnten dann mittels verschiedener Aufhängeelemente, welche die jeweilige kulturelle Tragfähigkeit wiedergeben, an diesem Balken

befestigt werden. In einem paläolithischen Szenario wäre das Aufhängungselement, den technischen Möglichkeiten entsprechend, mit einer Bastschnur geringer Festigkeit (d.h. nur für kleine Bevölkerungsdichten geeignet) vergleichbar. Der "ökologische" Tragbalken wird davon kaum beeinflusst. Die Kulturstufe der Viehzüchter und Ackerbauern hätte dementsprechend bereits ein Lederband von wesentlich höherer Festigkeit verfügbar. Der Balken zeigt erste Anzeichen von Deformation, hält jedoch der höheren Belastung stand. Unsere junge, technisch geprägte Kultur bedient sich nun einer Eisenkette, deren Kapazität die Dauertragfähigkeit des Balkens weit übertrifft. Damit ist nicht mehr die Aufhängung die limitierende Größe, sondern allein der Balken. Die gegenwärtig verfolgte Politik zielt jedoch nur auf eine Verbesserung der Aufhängungselemente (bildlich gesprochen ein High-Tech-Produkt, vielleicht aus einer teuren Titanlegierung, die nur in der Schwerelosigkeit einer Raumstation zusammengeschmolzen werden kann), anstatt auf eine Entlastung des Balkens. Die Belastbarkeit der biologischen Systeme ist also das bestimmende Element für eine ökologische Langzeitstabilität und nicht die wie auch immer gearteten kulturellen Randbedingungen.

Der Weg zurück.

Da wir uns nun in weiten Teilen Europas und ebenso in den städtisch-industriellen Agglomerationen Nordamerikas und Japans nicht nur weit außerhalb der jeweiligen regionalen Nischen befinden, sondern darüber hinaus in einigen Gebieten zweifellos auch die zugeordneten kritischen Bevölkerungsdichten erheblich überschritten haben, erscheint es geboten, sich umgehend mit geeigneten Wegen zu befassen, welche uns in die jeweiligen regionalen Nischen zurückführen können.

Der demographische Pfad wurde seit Thomas Malthus immer wieder und während der letzten Jahrzehnte auch immer häufiger von namhaften Wissenschaftlern angesprochen, was jedoch politisch ohne jeden Widerhall blieb. Hingegen haben die technisch- und verhaltensdeterminierten Pfade in die Programme fast aller politischen Parteien insbesondere der westlichen Industrieländer Eingang gefunden. Das Ergebnis war eine Reihe von meist restriktiven Gesetzen und Rechtsverordnungen, die über finanzielle Belastungen und Anreize letztlich den statistischen Lastanteil des einzelnen Bürgers verringern sollen. Trotz groß angelegter Maßnahmen, wie Abgasentstickung bei Großkraftwerken, kategorische Einführung von Katalysatoren in Straßenkraftfahrzeugen und anderem mehr, blieb die biologische Entlastung – wenn überhaupt feststellbar – gering, was angesichts einer 10-fachen Überlastung und der noch kurzen Wirkzeiten und Reichweiten dieser Maßnahmen auch nicht überraschen kann.

Die Frage, ob wir das Ziel der ökologischen Entlastung allein mit technischen Mitteln erreichen können, ist darum mehr als berechtigt. Dies gilt um so mehr, als bei Bevölkerungsdichten über 200 Bewohnern pro Quadratkilometer bereits 35 - 40 % des statistischen individuellen Energieverbrauchs allein mit der Erfüllung der Elementarbedürfnisse aufgezehrt werden. Selbst wenn es – was höchst unwahrscheinlich ist – gelänge, diesen Betrag durch verbesserte Technik zu halbieren, wäre im Falle der kleinflächigen, dicht besiedelten Industrieländer der kritische Grenzbereich noch nicht unterschritten. Existenzminimum als Dauerzustand und obendrein ohne damit das ökologische Schutzziel zu erreichen, kann somit kein politisches Angebot sein.

Es wäre nun selbstverständlich grundfalsch, aus diesen Feststellungen einen Verzicht auf die Weiterverfolgung des technischen Entlastungspotentials abzuleiten. Ganz im Gegenteil muß jede praktikable Möglichkeit, die natürliche Umwelt zu entla-

sten, in das Gesamtkonzept einbezogen werden. Dabei ist jedoch stets der Umstand im Auge zu behalten, dass oberhalb der kritischen Bevölkerungsdichte technische Lösungen allein nicht mehr greifen können. Wenn nun die technischen Optionen in der gegenwärtigen Situation nur in Verbindung mit bevölkerungspolitischen Maßnahmen hinreichend wirksam werden können, bedürfen alle auf technischen Vorgaben beruhenden Alternativen eingehender, akribischer Prozesskettenanalysen sowohl der bestehenden Verfahren, als auch der jeweils eingebrachten Vorschläge. Solche Analysen dürfen sich nicht nur auf energetische Vergleiche beschränken, sondern müssen darüber hinaus – mit dem Ziel einer späteren vereinheitlichten Evaluierung – auch die zugehörigen Emissionsspektren berücksichtigen. Es erscheint zudem auch zweckmäßig, die jeweils zugeordneten Arbeitszeiten in die Betrachtung einzubeziehen, weil sie Schlüsselgrößen für die wirtschaftliche Durchführbarkeit und gesellschaftliche Akzeptanzfähigkeit der jeweiligen Alternativen sind. Bei all diesen Analysen kann nur absolute intellektuelle Redlichkeit zum Ziel führen; die Natur läßt sich nicht betrügen, sie kennt keine Externalien.

"Doch was am meisten ihn entsetzt..."

das Allerschlimmste kam zuletzt" dichtete Wilhelm Busch. Die unabweisbare Folgerung aus dem oben Gesagten ist nämlich, dass die bis heute – mit Ausnahme einiger, von der Zivilisation abendländischer Prägung kaum oder nicht berührter Naturvölker – weltweit praktizierte Wirtschaftsweise in unauflösbarem Widerspruch zu den Gegebenheiten der natürlichen Systeme steht. Dies gilt selbstverständlich auch für scheinbar so antagonistische Wirtschaftsordnungen wie die kapitalistische und kommunistische, die unabhängig von ihrer ideologischen Prägung auf Ausbeutung und nicht auf Bewahrung der Natur ausgerichtet sind. Um der Forderung nach Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen gerecht werden zu können, bedarf es darum eines Wirtschaftsverfahrens, das auf Selbstregulierung unterhalb eines globalen materiellen Maximalvolumens angelegt ist. Es handelt sich somit um ein kybernetisches Problem. Das notwendige Regelwerk zu dessen Lösung wäre fraglos von weitaus höherer Komplexität als die intellektuell eher anspruchslosen Mechanismen, welche heute unser Wirtschaftsleben bestimmen. Zu den üblichen Eingangsgrößen wie Angebot und Nachfrage, Produktivität, Geldumlaufmenge und Außenhandelsvolumen kämen zum Beispiel das Ist- und Soll-niveau der Umweltbelastung, die Ressourcenlage (aus ökologischer Sicht), die monatlich oder auch halbjährlich gestaffelte Wochenarbeitszeit (als fluktuierende Größe), demographische Daten, der Umfang des frei akkumulierbaren Giralkapitals und anderes mehr hinzu. Das anzustrebende Ergebnis wäre eine Wirtschafts-"Maschine", die über regionale oder auch nationale Rechenprogramme, die – vorausgesetzt, die betroffene Gesellschaft befindet sich bereits in ihrer ökologischen Nische – in Grenzsituationen einen progressiv wirkenden Gegendruck zur Bewegungsrichtung des Existenzpunktes aufbaut (zum Beispiel durch automatische Änderung von Steuerhebesätzen oder Arbeitszeiten), um diesen innerhalb der Nische zu halten. In einer derartigen Wirtschaftsform nur eine modifizierte Planwirtschaft zu sehen, wäre ein fundamentales Mißverständnis. Wegen des repressiv wirkenden Regelwerks sollte man hier richtiger von "Nischenwirtschaft" sprechen. Die Beibehaltung der Zinswirtschaft wäre dann insofern unsinnig, als sie sich im Hinblick auf ein begrenztes Wirtschaftsvolumen nur inflationär auf die Währungen und damit auf das Lohn-Preisniveau auswirken würde. Damit stellen sich aber auch Fragen nach unserem heutigen Verständnis von Geld als Spekulationsobjekt, nach seiner Manipulierbarkeit und daraus folgend nach den Mißverhältnissen von monetären Nominal- und Realwerten von

Gütern, oder nach den regional weit streuenden Bewertungskriterien für menschliche Arbeitskraft.

Es würde den Rahmen dieser Veröffentlichung bei weitem sprengen, die nicht minder schwerwiegenden Probleme der Rückführung von in Extremsituationen befindlichen Gesellschaften in ihre ökologischen Nischen zu diskutieren oder Programme für den Übergang von einer Wirtschaftsform in die andere zu entwerfen, da es wohl eine zu große Palette von politischen und technischen Ansätzen gibt, um hier auch nur andeutungsweise einen Konsens ermöglichende Lösungswege aufzuzeigen.

Bevölkerungsdichte und Wirtschaftsverfahren sind also die entscheidenden Kriterien für ökologische Stabilität. Die multiplikative Wirkung der Zahl der an jedweden Gesellschaftssystemen Teilhabenden sowie der Verdrängungseffekt auf andere biologische Arten aufgrund eben dieser Zahl werden aber bis heute aus dem politischen Leben und Wirken ausgeblendet. Konsequentermaßen werden darum (nicht nur) im amtlichen Natur- und Umweltschutz vorwiegend die technischen Pfade verfolgt. Im Gegensatz dazu könnte sich eine Gesellschaft einer miserablen Technik bedienen, mit schlechten Wirkungsgraden bei den Energietransformationen und hohen Emissionsraten; solange die Zahl der Partizipanten an einem solchen System hinreichend gering ist, werden die natürlichen Systeme davon nicht oder kaum berührt. Andererseits ist weder die ausgeklügeltste "High Technology" noch die sanfteste Alternativtechnik imstande, Stabilität herzustellen, wenn die beteiligte Menschenzahl zu groß wird. Ungeachtet ihres Gewichts scheint also die Technik eine eher sekundäre Rolle zu spielen. Es ist immerhin erstaunlich, dass die politische Klasse ebenso wie ihre Wähler diesen Gedanken nicht aufgegriffen haben und nach wie vor mit Hingabe an der technischen Schiene herumfeilen; die High-Tech-Apologeten mit Atomkraftwerken, Informationssystemen oder Magnetschwebbahnen, die Alternativen mit Windenergienutzung, Solarkollektoren und Handgewebtem. Bei beiden Optionen handelt es sich um technische Konstrukte oder Vorhaben, deren Umweltrelevanz oft an den Haaren herbeigezogen ist. Technik also und nichts sonst. Diese Einstellung spiegelt sich übrigens auch in der Flut an einschlägiger Literatur wieder, mit der wir seit 1972, dem Erscheinungsjahr des ersten Berichts an den "Club of Rome" (Limits to Growth) konfrontiert werden; kaum eine der Veröffentlichungen kommt in der Bevölkerungsfrage über die Forderung nach einer Stabilisierung der Menschenzahl hinaus. Die Stabilisierung nur einer Größe in einem komplexen System bedeutet aber noch keineswegs Stabilität.

Selbst wenn man den zweiten, alternativen Pfad als den richtigen favorisierte, bleibt die Frage nach der politisch wie technisch machbaren Minimierung des individuellen Belastungsanteils und der aufgrund der ökologischen Tragfähigkeit dann höchstmöglichen Zahl unbeantwortet. Die eingangs erwähnten Forderungen nach einer "Effizienzrevolution" oder materieller Miniaturisierung erscheinen in diesem Zusammenhang nur als ein neuerlicher Versuch, allein auf die rein technische Option zu bauen, um sich mit dem Problem der Zahl nicht auseinandersetzen zu müssen. Wie der nächtlich heimkehrende umnebelte Zecher suchen wir den Schlüsselbund im Umkreis der Laterne, weil es dort hell ist und nicht im Dunkeln, wo wir ihn verloren haben.

Obwohl es selbstverständlich sein sollte, erscheint es dennoch nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, dass alle diese oben beschriebenen Grenzen politisch grundsätzlich nicht verfügbar sind. Naturgesetze lassen sich nicht novellieren; hier endet der demokratische Sektor. Die gegenwärtig praktizierte Wirtschaftsweise und die Randbedingungen des Natur- und Umweltschutzes bewegen sich in unterschiedlichen Koor-

dinatensystemen, die nicht zur Deckung gebracht werden können. Die Ökologie steht hierarchisch über jedwedem ökonomischen Entwurf. Die Ökonomie hat sich der Ökologie unterzuordnen, die vielbeschworene Versöhnung der beiden Pole auf gleicher Ebene ist Illusion.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des demographischen Problems ist das vermeintliche Recht auf die absolute Selbstbestimmung der Zahl der Nachkommen. Ein solches Recht gibt es nicht, auch kein Recht auf Nahrung, ja nicht einmal ein Recht auf Leben. Die Natur kennt nicht das Menschenwerk der Rechtsverbindlichkeiten. Sie gibt uns – als biologischer Art – eine Chance zum Überleben, aber keine Individualgarantie. Aus der begrenzten Tragfähigkeit von Ökosystemen ergeben sich aber folgerichtig auch, abhängig vom technischen Lebensstandard, regionale Grenzwerte für die Bevölkerungsdichte, was wiederum das hochangesiedelte Rechtsgut der Freizügigkeit infrage stellt, und zwar so lange, bis die betroffene Gesellschaft wieder in ihre ökologische Nische zurückgefunden hat.

Das Instrumentarium von Legislative und Judikative ist im Umgang mit der Natur nur beschränkt anwendbar. Wenn immer menschenbezogene Rechtsphilosophien oder Rechtspositionen mit den natürlichen Lebensgrundlagen, d. h. mit dem dauerhaften Funktionieren der lebenden Allmende kollidieren, kann wohl kaum ein Zweifel darüber bestehen, welcher Seite die Priorität einzuräumen ist. Die ökologische Problematik ist nicht kompromißfähig und damit im Grunde auch der Diskussion unzugänglich.

Es kann sicherlich nicht Gegenstand dieser Veröffentlichung sein, das für eine Reduzierung menschlicher Populationen erforderliche politische und praktisch-technische Instrumentarium oder die Unabweisbarkeit der diesbezüglichen Sachzwänge zu diskutieren. Es sollten hier die Hinweise genügen, dass in ökologischen Extremsituationen die Zahl der Nachkommen nicht mehr Privatangelegenheit sein kann, sondern zum öffentlichen Anliegen wird. Dieser Teilbereich des Umweltschutzes ist nahezu kostenlos und man könnte einen diesbezüglichen Prozess grundsätzlich zu jedem beliebigen Zeitpunkt anlaufen lassen. Zur Beruhigung des um seine Altersversorgung bangenden Bürgers sei hier folgende Randbemerkung eingefügt:

Entgegen der landläufigen Meinung, dass eine sinkende Bevölkerungszahl den Generationenvertrag gefährde, stellt die Versorgung der Renten- und Pensionsempfänger auch bei extrem niedrigen Geburtenraten kein ernsthaftes Problem dar. Der Grund für dieses Missverständnis liegt darin, dass stets nur das Potential der (möglichen) Erwerbstätigen zur Zahl jener Versorgungsempfänger in Beziehung gesetzt wird, deren Anspruch vom Staat reglementiert und organisiert ist, nämlich dem der Rentner und Pensionisten. Bezieht man dagegen auch den nicht im Erwerbsleben stehenden Personenkreis (Hausfrauen, Kinder, Auszubildende) mit in das Kalkül ein, so ergibt sich aus der geringeren Zahl der Nachkommen nicht nur ein die Umwelt entlastendes Moment, sondern auch über mehrere Jahrzehnte hin ein Überangebot an verfügbaren Arbeitskräften. Dadurch wird die zeitweilige Mehrbelastung infolge notwendig höherer Rentenbeiträge mehr als nur aufgewogen. Diese Zusammenhänge wurden vom Autor untersucht und die Erkenntnisse im Rahmen von Studienarbeiten weiter vertieft und bestätigt. Demnach könnte die Reproduktionsrate einer Gesellschaft bis auf 35 % der Erhaltungsrate absinken, ohne nennenswerte Verwerfungen im Versorgungssystem zu provozieren. Eine weitere mit einer Bevölkerungsreduzierung einhergehende Entlastung könnte sich aus dem teilweisen Fortfall von nicht mehr benötigten Infrastrukturen

(Verkehrswege, Schulen, Wohn- und Produktionsstätten) und der Renaturierung freigelegener Geländepartien ergeben.

Die oben angesprochene, letztlich zwangsläufige Begrenzung des Wirtschaftsvolumens kann vom gegenwärtig praktizierten, kapitalistisch determinierten und auf Wachstum ausgerichteten Wirtschaftsverfahren mit Sicherheit nicht erbracht werden. Nochmals, um Missverständnissen vorzubeugen: Der bislang in den Ländern des früheren Ostblocks ausgeübte Staatskapitalismus unterscheidet sich bezüglich seines ökologischen Störpotentials in nichts vom westlichen Privatkapitalismus, den man ohnehin besser als "Institutionalkapitalismus" apostrophieren sollte. Die "Institutionen" tragen die Namen der großen Kapital- und Industriegesellschaften und ihr Mammutgewicht ist innerhalb der einzelnen Volkswirtschaften so groß, dass eventuelle Navigationsfehler dieser Giganten ihrer verheerenden sozialen Folgen wegen zumindest teilweise oder auch indirekt von der öffentlichen Hand korrigiert werden müssen. Das unternehmerische Risiko schmilzt bei diesen Größenordnungen praktisch auf Null. Da aber, wie bereits angesprochen, jede wachstumsorientierte Wirtschaft inkompatibel mit den natürlichen Systemen ist, bedarf es eines (und sei es nur oben grob umrissenen) Verfahrens, das die begrenzten Tragfähigkeiten der Ökosysteme berücksichtigt und den Existenzpunkt der jeweils betroffenen Gesellschaft innerhalb die vorgegebene ökologische Nische zu bringen bzw. dort auch zu halten vermag.

Welche Pfade sind offen?

Reduktion, nicht Stabilisierung der Bevölkerungen, zumindest der europäischen Länder, wäre also angesagt. Wie lange unsere nichtmenschliche Mitwelt dem technisch-zivilisatorischen Druck noch standhalten kann, ist eine Frage, auf die unser gesamter Erfahrungsschatz keine befriedigende Antwort weiß. Extrapolationen oder gar Prognosen auf der Basis gegenwärtiger Tendenzen leiden immer an der Crux, dass ihre Ergebnisse wesentlich von der Wahl oder Abschätzung der in die Gleichungen eingesetzten Exponenten abhängt. Wie in den vorstehenden Ausführungen gezeigt, befinden sich auch die von uns bewohnten europäischen Ökosysteme in einem Zustand fortschreitender Instabilität, in welchen selbst das oft geforderte Verharren auf dem Status quo keine Lösung bietet. Während in den meisten Lebensbereichen bei der Konfrontation mit Unsicherheiten oder drohenden Gefahren die Ingenieurphilosophie des Zurückweichens auf sicheres Terrain unhinterfragt angenommen wird, offenbart sich im Umgang mit unseren Lebensgrundlagen eine seltsame Indifferenz. Diese gilt in besonderem Maße für jene, die – wie Herbert Gruhl es einmal formulierte – "Verantwortung tragen und zu Entscheidungen befugt sind".

Der zivilisatorische Druck auf die ökologischen Systeme ist sowohl technischen als auch demographischen Ursprungs. Sein Ausmaß wird wesentlich durch die jeweils praktizierte Wirtschaftsform und Bevölkerungspolitik mitbestimmt. Politische Strukturen und Wirtschaftsformen, in deren Regelwerken ökologische Tragfähigkeit und Bevölkerungszahl als Grenzbedingungen nicht vorkommen und deren Anpassungsbereitschaft sich auf halbherzige Modifikationen des merkantilistischen Grundprinzips, z.B. durch Vergabe von Belastungszertifikaten oder Verrechnung von Natur in Währungseinheiten, beschränkt, sind unfähig, der ökologischen Herausforderung wirksam zu begegnen. Hier wäre vor allem die Umkehrung der bisher als verbindlich erachteten Prioritätensequenz "betriebswirtschaftliche – volkswirtschaftliche – ökologische Optimierung" vonnöten. Die Fragestellung müßte demnach lauten: Welches volkswirtschaftliche Optimum kann unter Berücksichtigung der Tragfähigkeitsgrenzen realisiert werden und welcher

Spielraum verbleibt dann dem Betriebswirt? Eine nennenswerte politische Kraft, welche diesem Anspruch gerecht werden könnte, ist z.Zt. allerdings weder in Deutschland noch sonst irgendwo in der Welt in Sicht.

Literatur

- [1] Engelhardt, W.: Das Ende der Artenvielfalt. – Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1997.
- [2] Haber, W.: Ökologisches Denken und Handeln. – Forstwissenschaftliches Zentralblatt, 98. Jahrgang (1979), Heft 3, S. 126 - 139.
- [3] Ziegler, W.: Ansatz zur Analyse der durch technisch-zivilisierte Gesellschaften verursachten Belastung von Ökosystemen. – Diss. 1979, in: Bayer. Landwirtschaftliches Jahrbuch, Heft 8/1979; – S. 899 - 948.
- [4] Hardin, G.: Cultural carrying capacity: a biological approach to human problems. BioScience (1986), Heft 36: S. 599 - 606.
- [5] Ziegler, W.: An Engineering Approach to the Carrying Capacity of Ecosystems. Vortrag anlässlich des "First World Optimum Population Congress", Trinity College, Cambridge University, Cambridge UK, 9. August 1993.
- [6] Ziegler, W.: Population Density as a Function of individual Demands and the Carrying Capacity of Ecosystems. – Publikation vorgestellt anlässlich des "International Workshop on Population and Environment in developed Societies". Consiglio Nazionale delle Ricerche e Istituto di Ricerche sulla Popolazione (IRP), October 28 - 29, 1996, Roma.