

## Großtechnologie und die Grenzen des Anspruchs

(Wolfram Ziegler)

Zu keiner Zeit wurden die Versuche zur Befreiung menschlichen Seins von den Widrigkeiten und Unsicherheiten der Natur mit Hilfe von Energie und ausgeklügelten Technologien so intensiv betrieben wie in den vergangenen 200 Jahren. Den sprichwörtlichen "Sieg über die Natur" anscheinend stets zum Greifen nahe, schien deren beliebige Manipulierbarkeit ebenso legitim wie außer Zweifel. Nicht nur Futurologen und science-fiction-Schreiber gefielen und gefallen sich noch heute in der Projektion einer sterilen Mensch-Maschine-Beziehung als Überlebens- und Problemlösungsstrategie, dem Entwurf einer Welt, in welcher Natur allenfalls auf Kulissen- und Staffagefunktionen reduziert wird, als machbare, ja wünschenswerte Extrapolation in die Zukunft.

Ob und in welchem Umfang nun die natürlichen Systeme der Erde zugunsten des Menschen (als species) durch Maschinensysteme substituiert werden können, mag - abgesehen von der damit assoziierten Horrervision - dahingestellt sein. Jedenfalls dürfte es schwerfallen, die Notwendigkeit solcher Substitution rational zu begründen. Auch ist - zumindest vorläufig, aller Wahrscheinlichkeit nach aber für alle Zeiten - nicht zu erwarten, daß für die breitgefächerten Biozönosen von menschlichem und nichtmenschlichem Leben auf anderen Himmelskörpern eventuelle Ausweichquartiere zu finden seien.

So haben wir weder Rettungsboote noch eine zweite Erde zum Experimentieren verfügbar. Wir bleiben dieser Welt und ihren natürlichen Systemen verhaftet, die - so Frank Egner - nicht nur komplexer sind als wir denken, sondern vielmehr komplexer als wir denken können. Dieser Satz des amerikanischen Ökologen besagt nichts anderes, als daß die Natur mehr Information enthält, als die Summe menschlicher Intelligenz zu fassen vermag; sie - die Natur - ist demnach in ihrer Diversität und damit Stabilität technisch auch nicht annähernd synthetisierbar. Aufgrund dieser Einsicht sollte es nicht zu schwierig sein, einen allgemeinen Konsens darüber zu erreichen, daß die Erhaltung der für uns lebensnotwendigen, nicht synthetisierbaren natürlichen Systeme - als Voraussetzung für das Überleben aller ihrer Komponenten - unabdingbar ist.

Technologie diene nie dem Überleben der eigenen Art, sondern ausschließlich der Existenzsicherung oder -verbesserung des Einzelnen

bzw. der Gruppe, damit aber fast immer auch der Ausbreitung bis zur Abundanz und führte schließlich - in Verbindung mit gehobenem Anspruch - zu einem längst nicht mehr tolerierbaren technisch-zivilisatorischen Impakt nicht nur auf konkurrierende Arten als vielmehr auf die Natur als Ganzes. Die notwendige Reduzierung dieses Impakts bedingt aber unter anderem auch neue Problemstellungen an den Politiker, den Ingenieur, den Ökonomen, nämlich:

"Welcher gesellschaftspolitisch vorgegebene Lebensstandard (als Durchschnittswert!) kann in einem gegebenen natürlichen System für welche Zahl bei jenen Minima an Energiefreisetzung, Materiedurchsatz und Entropiezunahme realisiert werden, welche die Einhaltung der kritischen Belastungsgrenzen - d.h. die Vermeidung anthropogener Ausfällung von Arten - garantieren?"

Ein ebenso weit verbreiteter wie anscheinend unausrottbarer Irrtum ist die Mär von der unbegrenzten Anpassungsfähigkeit der Natur. Ihre oft verblüffenden Reaktionen auf Belästigung und Vergewaltigung durch die Menschen rechtfertigen jedoch nicht den Schluß, daß lebende Materie auch jedem Totschlagversuch standhält. Dabei ist es aber gerade der Mensch als einzige Spezies, welcher aufgrund seiner cerebralen Ausstattung in der Lage wäre, seine Fruchtbarkeit unter Kontrolle zu bringen und es sich leisten könnte, auf nicht-menschliches Leben Rücksicht zu nehmen. Verfolgt man diesen Gedankengang konsequent weiter, so führt dies fast unausweichlich zur Aufgabe der anthropozentrischen Weltanschauung. Dieser Schritt hätte durchaus mit der Widerlegung des geozentrischen Weltbildes durch Kopernicus erfolgen können, wäre aber spätestens seit Darwin zwingend gewesen.

Reichen nun alle vorsorgenden technischen und politischen Maßnahmen nicht oder nicht mehr aus, um den Verfall der betroffenen Ökosysteme aufzuhalten oder sie sogar zu regenerieren, so ist der Populationsdruck der dort lebenden Menschen systemspezifisch zu hoch und muß durch eine entsprechende Bevölkerungspolitik korrigiert werden, wenn die Bewohnbarkeit dieser Landstriche erhalten bleiben soll. Nicht der Wille des Menschen ist hier maßgebend, sondern allein die natürlichen Randbedingungen des von ihm gewählten Habitats. Der ökologische Kompromiß verlangt die Entscheidung zwischen höherer Dichte und höherem Anspruch; eines schließt das andere zwangsläufig aus. Niemand kann genau vorhersagen, wann es örtlich oder weltweit

zu plötzlichen ökologischen Zustandsänderungen (Katastrophen) kommen kann. Sicher ist nur, daß unser technisch-wissenschaftliches Instrumentarium bei weitem nicht ausreicht, um die Folgen der gegenwärtigen wirtschaftlichen Praktiken abschätzen zu können.

Ich möchte nun versuchen, anhand einer allgemeinen Systemtheorie des Umweltschutzes jene Grenzen aufzuzeigen, welche dem Leben und Wirken des Menschen innerhalb der von ihm bewohnten Ökosysteme gesetzt sind.

Um die synergetischen Rückwirkungen auf Ökosysteme infolge anthropogener Umweltveränderungen erfassen, beurteilen und sachgerecht sinnvoll beeinflussen zu können, bedarf es eines vereinbarungsfähigen (normativen) Wertungsverfahrens. Dazu ist es notwendig, die lebensfeindlichen Einflüsse von Toxinen und Noxen vergleichbare Dimensionen zu bringen. In dem Verfahren werden zu diesem Zweck die immittierten bzw. emittierten Toxine und Noxen durch eine fiktive Erhöhung der Jahresmitteltemperatur des Systems in dem Maße substituiert, daß vergleichbare biologische Defekte auftreten (Abb. 1).

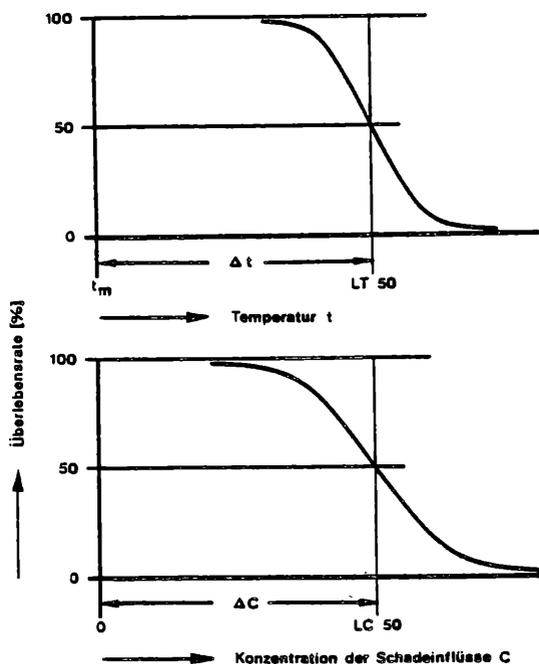


Abb. 1

Korrelation zwischen Temperatur- und Schadstoffeinflüssen

Um diese anthropogen freigesetzten Toxine und Noxen in ihrer Wirkung durch eine Erhöhung der Temperatur im System zu ersetzen, ist ein ebenso fiktiver, zusätzlicher Energiestrom erforderlich. Die Beziehung zwischen Temperatur und solarer Netto-Einstrahlung (nach Stefan-Boltzmann) bietet hierfür eine brauchbare Grundlage (Abb.2).

Die daraus ermittelbaren fiktiven Engerieströme lassen sich dann als Vielfaches der freigesetzten Bruttonutzenergie ausdrücken. Damit ergibt sich die Umweltbelastung pro Flächeneinheit zu

$$U = E_n \cdot \tau$$

$\tau$  kann dabei als dimensionsloser Schadkoeffizient aufgefaßt werden.

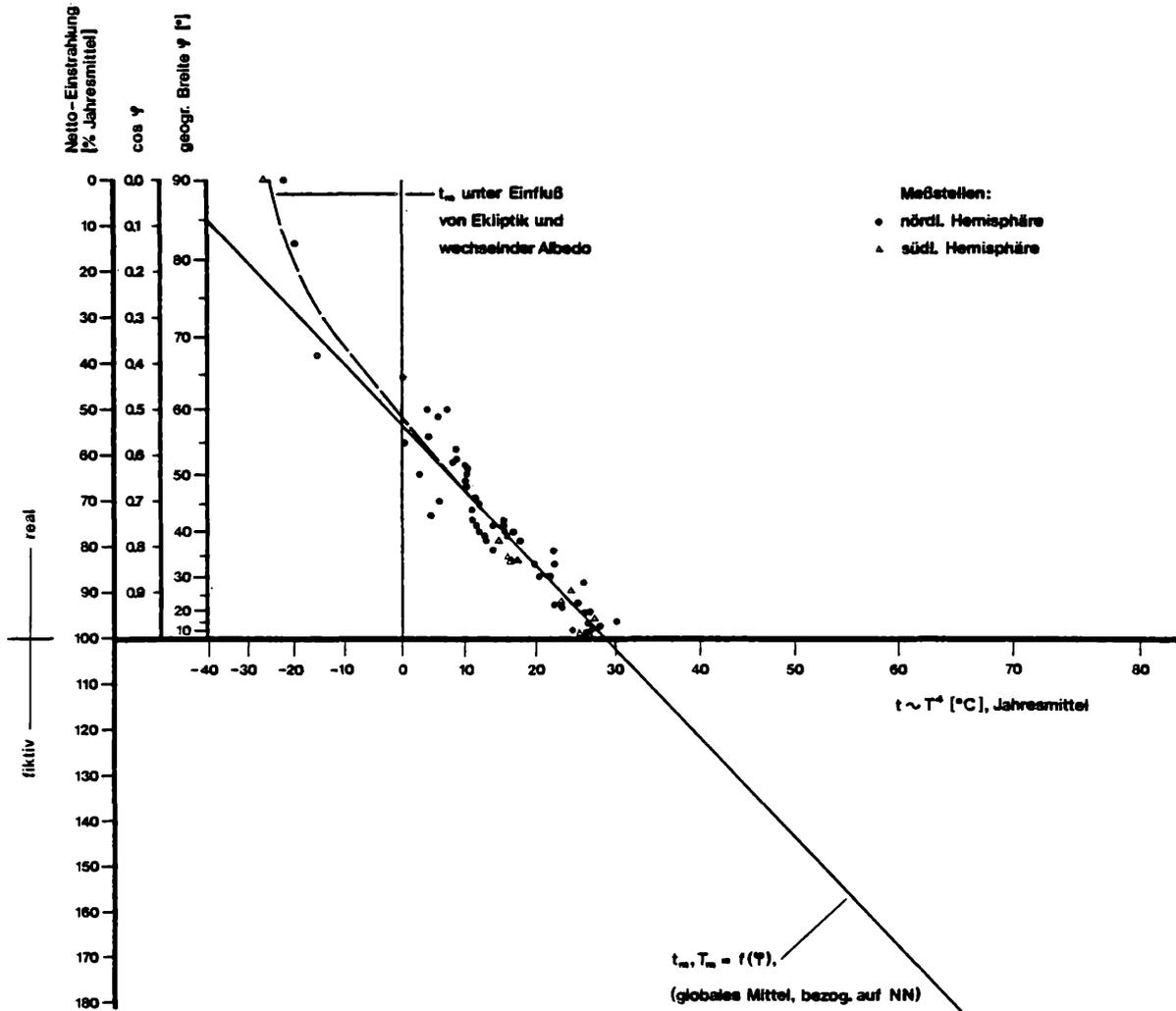


Abb. 2: Beziehung zwischen Jahresmittel-Temperaturen und geographischer Breite als Funktion der Sonneneinstrahlung.

Die synergetische Wirkung der einzelnen emittierten bzw. immittierten Toxene und Noxene läßt sich bezüglich ihrer relativen biologischen Wirksamkeit auf die verschiedenen Organismen in einer Matrix zusammenfassen. Zur einfacheren praktischen Handhabung kann eine solche Matrix durch die Einführung von Leitorganismen bzw. Leittoxene und -noxene stark vereinfacht werden (Abb. 3).

|              |                  | Organismen       |                  |                  |                |  |                  |
|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|--|------------------|
|              |                  | X <sub>1</sub>   | X <sub>2</sub>   | X <sub>3</sub>   | X <sub>4</sub> |  | X <sub>n</sub>   |
| Toxen, Noxen | T,N <sub>1</sub> | ΔE <sub>11</sub> | ΔE <sub>12</sub> | ΔE <sub>13</sub> |                |  | ΔE <sub>1n</sub> |
|              | T,N <sub>2</sub> | ΔE <sub>21</sub> | ΔE <sub>22</sub> |                  |                |  |                  |
|              | T,N <sub>3</sub> | ΔE <sub>31</sub> |                  |                  |                |  |                  |
|              | T,N <sub>4</sub> |                  |                  |                  |                |  |                  |
|              |                  |                  |                  |                  |                |  |                  |
|              | T,N <sub>n</sub> | ΔE <sub>n1</sub> |                  |                  |                |  |                  |

Abb. 3:

Matrix der Schadrelationen von Toxen und Noxen bezüglich verschiedener Organismen als Funktion fiktiver Energieströme bzw. daraus resultierender Temperaturdifferenzen.

Mit Hilfe dieses Verfahrens lassen sich zum Zweck qualitativen Vergleichs komplexe, vielparametrische Systeme auf charakteristische lineare Größen reduzieren. Teilt man die pro Zeit- und Flächeneinheit freigesetzte Brutto-Nutzenergie in die Faktoren  $d$  (Bevölkerungsdichte) und  $e_n$  (pro-Kopf-Anteil am Energieverbrauch) auf, so ergibt sich für die Grenzbelastung von Ökosystemen die Formel

$$U_{\text{krit.}} = U = d \cdot e_n \cdot \tau$$

Diese drei Faktoren enthalten alle ökologisch relevanten Komponenten der Umweltbelastung. Es ist also im wesentlichen eine Frage des Aufwandes, in welchem Umfange diese Komponenten analysiert und quantifiziert werden bzw. werden können. Je realistischer und genauer Analyse und Quantifizierung erfolgen, desto geringer werden selbstverständlich auch die Fehler beim Abschätzen der nicht erfaßten oder nur schwer erfaßbaren Resteinflüsse.

Die kritische Umweltbelastung wird durch den definierbaren Ausfall von biologischen Arten bestimmt; das ist jener Grenzbereich, in welchem das autoregenerative Potential der natürlichen Umwelt nicht mehr ausreicht, eventuell aufgetretene Schäden aus sich selbst heraus zu beheben. Das angegebene Verfahren erlaubt, flächenspezifische wie kausal-personen- oder produktspezifische Umweltbelastungen in Form von realer Brutto-Nutzenergie und fiktiven energetischen Schadäquivalenten zu ermitteln. Die zur Eliminierung von lebensfeindlichen Einflüssen notwendige reale Kompensationsenergie wird per definitionem nicht zur Nutzenergie gerechnet, sondern (als Folgelast) den fiktiven Äquivalentenergien zugeschlagen. Zu-

sammen mit letzteren stellt sie sich als Vielfaches der Brutto-Nutzenergie dar.

Aus einem Diagramm (Abb. 4), in welchem die Bevölkerungsdichte ( $d$ ) und die personenspezifische Umweltbelastung ( $u$ ) als Funktion des pro-Kopf-Verbrauchs an Nutzenergie gegenübergestellt sind, lassen sich eine Reihe von Grenzen ableiten, jenseits derer eine im ökologischen Sinne stabile Existenz der in dem betreffenden System lebenden Population mit Sicherheit nicht mehr gegeben ist.

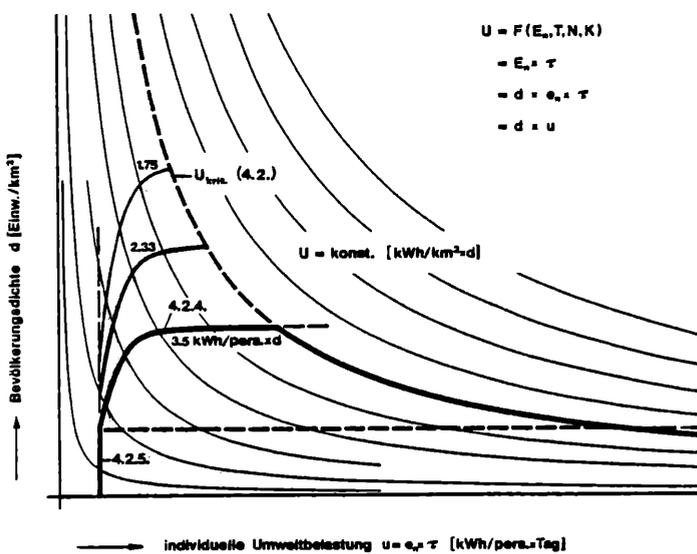


Abb. 4:

$d - u$  - Diagramm: Ökologische Nische für eine menschliche Population bei Voll- und Teilernährung.

In diesem Schaubild können alle menschlichen Aktivitäten, welche in irgendeiner Weise mit Bevölkerungsbewegung und Energiefreisetzung zusammenhängen, dargestellt bzw. in ihrer ökologischen Auswirkung kontrolliert werden. Kenntnis der Funktionen und der Vergleich der Ergebnisse sind dabei (wenigstens vorläufig) wichtiger, als eine exakte Quantifizierung.

Grundsätzlich abhängig von geographischer Lage, Bevölkerungsdichte und Stand technischer Entwicklung, sind die verschiedenen Subsysteme des Gesamtökosystems Erde und die in ihnen lebenden Menschen Gefahren unterschiedlicher Art und Schwere ausgesetzt. Eine ökologisch unbedachte, weil einseitig ökonomisch orientierte Anwendung der Technologie hat die daraus resultierenden latenten Gefahren innerhalb von wenigen Jahren zur massiven Drohung werden lassen. Aufgrund dieser, aus den Entwicklungen ihrer Population und des persönlichen Energiekonsums ableitbaren ortsspezifischen Bedrohung

lassen sich die Subsysteme der Erde in drei voneinander grundsätzlich verschiedene Phänotypen einteilen:

1. Der flächenkleine, dichtbesiedelte und vorwiegend industriell orientierte Staat.
2. Der großflächige, durchschnittlich dünnbesiedelte und grundsätzlich autarke Industriestaat.
3. Der industriell "unterentwickelte", bezüglich der Nahrungsmittelproduktion meist übervölkerte Staat von früherem Kolonialstatus, der Versorgungsdefizite auf dem Ernährungssektor bestenfalls durch den Export von Rohstoffen ausgleichen kann.

Aus den aufgezeigten Zusammenhängen ergeben sich unauflösbare Widersprüche des industriell-ökonomischen Systems. Es zeigt sich, daß hohe Bevölkerungsdichte und der in grober Näherung den Lebensstandard spiegelnde hohe persönliche Energieverbrauch sich gegenseitig ausschließen müssen, wenn ein System im ökologischen Sinne stabil bleiben soll. Das ökologische Gefährdungspotential ist - wie zu erwarten - in kleinflächigen Industrieländern mit Abstand am größten. (Abb. 5)

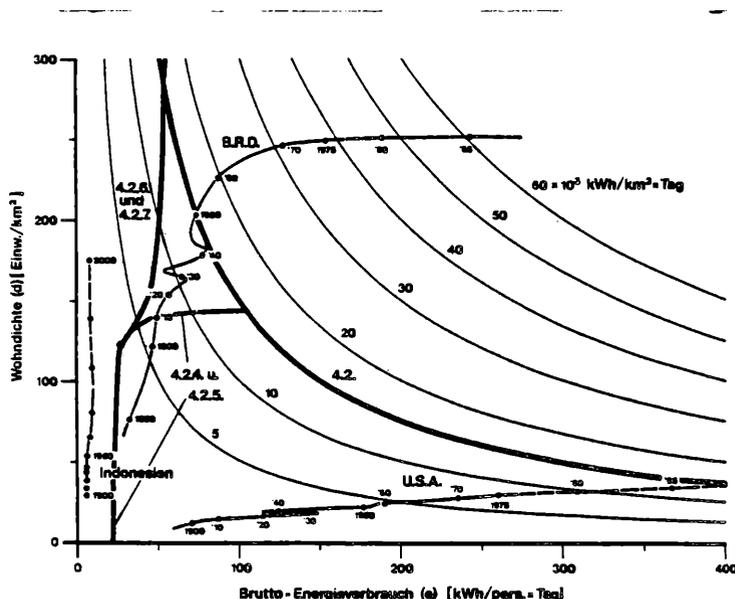


Abb. 5:

d - e - Diagramm: Zeitliche Entwicklung der drei Phänotypen von Populations-Umweltsystemen mit den für die BRD gültigen Grenzen einer Öko-Nische.

Wird eine bestimmte systemspezifische Bevölkerungsdichte überschritten, so können Hunger und Verelendung nur durch Freisetzung von Energie in exponentiellem Verhältnis zur Bevölkerungsdichte aufgefangen werden. Mit weiter zunehmender Bevölkerungsdichte werden die Energiezuwachsraten fast ausschließlich von den zur Auf-

rechterhaltung des Systems notwendigen technischen Infrastrukturen und den Ordnungsenergien absorbiert. Dieses Verfahren der Existenzsicherung ist allerdings nur begrenzt anwendbar und zwar nur dann, wenn entsprechende externe Subsysteme zur Verfügung stehen, welche eine Wechselbeziehung zum Ausgleich der materiellen Defizite (Nahrung, Rohstoffe, Energieträger) ermöglichen. Das derzeit weltweit praktizierte, schon im Ansatz instabile "wachstums"-orientierte Wirtschaftssystem verschärft die Konfliktsituation bedenklich und rückt den Zeitpunkt der wahrscheinlichen Kollision mit der natürlichen Umwelt noch näher.

Mit Hilfe des Schadkoeffizienten  $\tau$  lassen sich weiter bei entsprechender statistischer Aufbereitung nicht nur die immittierten Belastungen von Ökosystemen ermitteln, sondern ebenso die zeit- und produktspezifischen Emissionsäquivalente für alle denkbaren industriellen Güter oder Dienstleistungen.

Die je Zeiteinheit freigesetzten Emissionsäquivalente eines Produkts, verursacht durch Herstellung, Gebrauch und Wiederauflösung erlauben eine ökologisch relevante Beurteilung der angewendeten Technologien. Explizit bedeutet dies die Bevorzugung von Langzeitprodukten mit einem hohen Grad von Reparaturwürdigkeit bei geringem materiellen und energetischen Aufwand, gegebenenfalls niedrigem Energieverbrauch und geringen Schadstoff-Emissionen während des Betriebs, leichte Zugänglichkeit zu seinen Bauelementen u.v.a.m. Die ökologischen Kriterien genügende Technologie ist also eine Technologie der geringen Materie- und Energieflüsse und möglichst geringer Entropiezunahme.

Es gilt als fast unumstößlicher Lehrsatz, daß technische Einrichtungen umso wirtschaftlicher arbeiten, je größer sie sind. Dies gilt gleichermaßen für Fertigungsanlagen, für Schiffe, für Landverkehrswege und nicht zuletzt auch für Energieversorgungsanlagen. Größe und Zahl dieser Anlagen wird im allgemeinen durch eine auf der bisherigen Erfahrung fußende Bedarfsprognose bestimmt. Im Falle der hier und heute zur Debatte stehenden Elektrizitätsversorgungsanlagen bedeutet dies eine Kapazitätsvergrößerung der einzelnen Anlage, eine Verringerung der Gesamtzahl, daraus resultierend eine Vergrößerung der Versorgungsstruktur und - als unvermeidliche Folge - eine immer dichtere Knüpfung der Übertragungsnetze. Dies ist vor allem deshalb notwendig, um wirtschaftlich nicht nutzbare

Überkapazitäten zu verhindern und trotzdem eine hohe Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Da nun andererseits der Auslastungsgrad dieser Anlagen möglichst hoch sein soll, ist die mehr oder minder versteckte Verschwendung von hochwertiger elektrischer Energie mit eingebaut. Diese Situation wird verschärft durch eine Preispolitik, welche keineswegs geeignet ist, diese Verschwendung zu steuern. Wären nicht die engen Grenzen unserer technisch-zivilisatorischen Öko-Nische, wären nicht die anderen, angepaßteren, jedoch leider bisher arg vernachlässigten, weit intelligenteren Alternativ-Technologien, wir müßten der Brutal- und Primitivtechnik widerspruchslos das Feld überlassen. Wissenschaftliche Untersuchungen über die Möglichkeiten einer alternativen Versorgung mit elektrischer Energie sind im Ansatz bereits vorhanden, und könnten mit - gemessen an anderen Forschungsvorhaben - relativ geringen Mitteln, jedoch sicherlich mehr als heute dafür ausgeworfen wird, zu aussagekräftigen Daten führen. Mit einiger Sicherheit läßt sich jedoch schon heute voraussagen, daß derartige Versorgungssysteme weit kleinere Betriebseinheiten aufweisen werden und müssen. Stichwort: So groß wie nötig, so klein wie möglich. Kleinere Betriebseinheiten erlauben wesentlich bescheidenere Verbundnetze und müssen im allgemeinen nicht für die Übertragung hoher Leistungen auf große Distanzen ausgelegt werden. Es ist sehr wohl denkbar, daß Versorgungssysteme aller Art aufgrund übergeordneter ökologischer Interessen nicht mehr nach den bisherigen Kriterien der Wirtschaftlichkeit betrieben werden können. Es besteht jedoch begründeter Anlaß zur Vermutung, daß die heute als alternativ bezeichneten Energieversorgungssysteme den tradierten Primitiv-Technologien infolge der dort knapper werdenden Betriebsmittel der fossilen und nuklearen Brennstoffe schon jetzt durchaus konkurrenzfähig sein können.

Gegenüber unserer gemeinsamen Lebensbasis der natürlichen Umwelt befinden wir uns bezüglich der künftigen Entscheidungen in echten Sachzwängen, ungeachtet dessen, ob wir bereit sind, dies anzuerkennen oder nicht.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.Ing. Dr. Wolfram Ziegler  
Physik-Department Garching der  
Technischen Universität München  
Postfach  
8046 Garching bei München

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [8\\_1980](#)

Autor(en)/Author(s): Ziegler Wolfram

Artikel/Article: [Großtechnologie und die Grenzen des Anspruchs 42-50](#)