

Reinhold Priewasser

Ungleichgewichte im Zivilisations-Umwelt-Zusammenhang: *Risiken und Lösungsstrategien*

Inhaltsübersicht

- Einleitung
- Ungleichgewichte zwischen Ressourcenverbrauch und Ressourcenverfügbarkeit
- Ungleichgewichte zwischen Stoffeinträgen und dem Integrationsvermögen der Umwelt
- Bevölkerungsentwicklung und Wirtschaftswachstum als Triebfedern der Ungleichgewichte
- Risikobegrenzung durch eine nachhaltige Naturgüternutzung –Grundbedingungen
- Handlungsansätze in Richtung einer nachhaltigen, gleichgewichtigen Umweltnutzung: Strategien der Suffizienz, Effizienz und Konsistenz
- Beseitigung von Ungleichgewichten am konkreten Beispiel der Energienutzung – Potentiale und Grenzen

1. Einleitung

Dass das Verhältnis unserer ökonomisch-technisch bestimmten Industriegesellschaft zu der sie tragenden natürlichen Umwelt durch ein zunehmendes Ungleichgewicht zwischen der gesellschaftlichen Anspruchsentwicklung auf der einen und der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes auf der anderen Seite gekennzeichnet ist, ist seit längerem eine weithin bekannte Tatsache. Dieses Ungleichgewicht wird in recht unterschiedlichen Problemlagen sichtbar. Zum einen zeigt es sich in einer immer größer werdenden Diskrepanz zwischen dem weltweiten Ressourcenverbrauch und der Ressourcenkapazität der Ökosphäre. Zum anderen äußert sich dieses Ungleichgewicht in einem evidenten Missverhältnis zwischen der Abgabe von anthropogenen Stoffen an die Umwelt und dem Aufnahme- und Integrationsvermögen von Ökosystemen, Lebewesen und natürlichen Regelkreisen gegenüber diesen Stoffeinträgen.

Bei beiden Ungleichgewichten zeichnet sich – bei unveränderten Entwicklungstrends – für die Zukunft eine dramatische Verschärfung ab, welche die Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes im Hinblick auf dessen Reproduktions-, Regenerations- und Pufferleistungen immer stärker in Frage stellt und im Extremfall schließlich zu einem Kollabieren des Umwelt-Zivilisationszusammenhanges mit schwerwiegenden (human)biologischen, wirtschaftlichen und sozialen Folgen führen kann.(1)

Im folgenden Beitrag sollen zuerst die Brisanz der Entwicklung dieser Ungleichgewichte veranschaulicht, im Weiteren aber auch konkrete Pfade und Strategien beschrieben werden, mit denen sich diese Ungleichgewichte zumindest stabilisieren lassen und so künftige Extremsituationen vermieden werden können.

2. Ungleichgewichte zwischen Ressourcenbeanspruchung und Ressourcenverfügbarkeit

Das oben skizzierte Grundproblem bei der Nutzung von Naturgütern, nämlich dass das Ausmaß der Ressourcenbeanspruchung die natürlichen Reproduktions- und Regenerationskapazitäten übersteigt, findet in vielerlei Erscheinungsformen seinen realen Niederschlag. Konkret machen sich solche Übernutzungen in immer geringer werdenden Rohstoff- und Energievorräten, Verknappungen in der Wasserversorgung, im Verlust von fruchtbaren Böden sowie im Artenschwund bzw. im unwiederbringlichen Verlust ganzer Ökosysteme bemerkbar. Was den Umgang mit natürlichen Rohstoffen und Energieträgern betrifft, so führt eine vor kurzem eingerichtete Datenbank zum weltweiten Verbrauch natürlicher Ressourcen (ohne Wassernutzung) das Ausmaß deren gegenwärtiger Nutzung drastisch vor Augen. Derzeit

werden weltweit pro Jahr 55 Mrd. Tonnen Rohstoffe und Energieträger für wirtschaftliche Nutzungen aus der Natur entnommen, welche sich wie folgt zusammensetzen:

42% Mineralien für Bau- und Industriezwecke

28% Biomasse aus Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei

19% fossile Energieträger und

11% metallische Rohstoffe, insbesondere Eisenerze.

In den rund zwei Jahrzehnten zwischen 1980 und 2002 ist der Weltverbrauch an Naturressourcen in Summe um 35% gestiegen, was einem durchschnittlichen jährlichen Mehrverbrauch von 1,5 Prozent entspricht.

Dabei zeigen sich große Unterschiede zwischen den hoch entwickelten Industriestaaten auf der einen und den Entwicklungs- und Schwellenländern auf der anderen Seite. Erstere erreichen Verbrauchswerte zwischen 40 und 80 Tonnen pro Kopf und Jahr, während in den ärmsten Ländern Afrikas und Asiens der Verbrauch bezogen auf einen Einwohner teilweise nur bei 2 Tonnen und weniger pro Jahr liegt.(2)

Besonderes Augenmerk im Hinblick auf die künftige Entwicklung des Ressourcenverbrauchs gilt vor allem den wirtschaftlich stark aufstrebenden Schwellenländern China und Indien; aber auch Indonesien, Brasilien und Mexiko. China alleine beansprucht mittlerweile rund ein Viertel der weltweiten Rohstahlproduktion, ein Viertel des Aluminiumaufkommens und knapp die Hälfte der Welt-Zementproduktion.(3)

Gleichermaßen dynamisch wie der Materialverbrauch entwickelt sich der Energieverbrauch in diesen Ländern. So hat sich der Ölverbrauch in China und Indien von Mitte der Neunziger Jahre bis 2004 in etwa verdoppelt.(3)

Laut einer aktuellen Schätzung der Internationalen Energieagentur sollte der jährliche Weltenergieverbrauch bei unverändertem Entwicklungstrend in den kommenden 25 Jahren um weitere 50 Prozent ansteigen, wobei zwei Drittel dieses Zuwachses auf die „neuen“ Industrieländer entfallen dürften. Im Falle eines unverändert hohen Versorgungsanteiles der fossilen Energieträger Öl, Kohle und Gas könnten daher in den nächsten vier bis fünf Jahrzehnten zumindest die Erdölvorräte aus konventionellen Quellen zur Neige gehen.(4)

Die Nutzung aller Naturressourcen zusammen genommen würde eine fortschreitende Annäherung des materiellen Anspruchsniveaus der Schwellen- und Entwicklungsländer an jenes in den westlichen Industriestaaten bis 2050 bereits eine Versechsfachung des jährlichen globalen Ressourcenverbrauchs zur Folge haben.(5)

Vielfach noch deutlicher als bei den nicht-erneuerbaren Ressourcen (Rohstoffen und Energieträgern) zeichnen sich - als Folge von Über- oder Fehlnutzungen – gravierende Bestandesverluste bei verschiedenen biotischen Ressourcen ab. Hierzu einige Beispiele:

- Etwa drei Viertel der kommerziell genutzten Fischbestände weltweit werden bereits bis an ihre Grenzen befischt oder sind bereits überfischt. Allein innerhalb von 15 Jahren seit Beginn des hochtechnisierten Fischfanges sind bei vielen Ozeanfischarten Rückgänge um bis zu 80 Prozent zu verzeichnen. Auf der anderen Seite wird allein bis zum Jahr 2015 ein Ansteigen des Fischkonsums um weitere 25 Prozent weltweit erwartet.(6);(7), (3)
- Einen weiteren Verlust an biotischem Potential stellt das fortschreitende Aussterben zahlreicher Tier- und Pflanzenarten dar. Bedingt v.a. durch landwirtschaftliche Intensivnutzungen, die Zerstörung von Lebensräumen sowie durch den Klimawandel sind mittlerweile mehr als 16.000 Arten in Fauna und Flora weltweit vom Aussterben bedroht. (8) In Europa sind trotz weitreichender Schutzkonzepte 42% der wildlebenden Säugetiere, 15% der Vögel, 45% der Schmetterlinge, 30% der Amphibien, 45% der Reptilien und 52% der Süßwasserfische in ihrem Bestand stark gefährdet.(9)

- 16 Prozent des weltweiten Ackerlandes sind durch Degradierung (v.a. infolge von Bodenerosion) und infolge dessen von einer abnehmenden Produktivität gekennzeichnet; während weite Teile der landwirtschaftlichen Flächen vor allem in Afrika und Zentralasiens überhaupt Gefahr laufen zu Wüsten zu werden. (10)
- Auch Wasser wird vielerorts zu einem immer knapperen Naturgut: rund 40 Prozent der Weltbevölkerung leiden unter akutem Wassermangel.

Insgesamt werden Berichten der UNO zufolge gegenwärtig 60 Prozent der weltweiten Naturpotentiale – vom Trinkwasser über Böden, Nährstoffkreisläufe bis hin zur Biodiversität – auf eine Weise genutzt, die auf Dauer nicht durchhaltbar ist.(3)

Summa summarum wird somit deutlich, dass die gegenwärtige Nutzung der natürlichen Ressourcen alles andere als nachhaltig ist. Nachhaltig im Sinne des Leitprinzips der „World Commission on Environment and Development“ (WCED), welches besagt, dass künftige Generationen (zumindest) dieselben Nutzungsmöglichkeiten in Bezug auf die natürlichen Ressourcen vorfinden sollten wie die gegenwärtig lebende Generation.(11)

3. Ungleichgewichte zwischen den Stoffeinträgen in die Umwelt und dem Integrationsvermögen der Natur

Die zuvor geschilderten z. T. rapide wachsenden Einsatzmengen bei Rohstoffen und Energieträgern führen auf der anderen Seite – während oder nach deren Umwandlung in Produktions- und Konsumvorgängen – zu entsprechenden Freisetzungen von Stoffen an die Umweltmedien (Luft, Gewässer, Böden, Grundwasser). Die Intensität dieses Input-Outputzusammenhanges wird aus dem Umstand erkennbar, dass schätzungsweise 85% der in industrielle Volkswirtschaften eingehenden natürlichen Ressourcen innerhalb von 6 Monaten als Abfall, Abwasser, Abraum oder luftgängige Emissionen aus dem wirtschaftlich-technischen Nutzungssystem wieder austreten.(5)

Die Problematik dieser Stofffreisetzungen kann einerseits eine mengenbezogene sein – dann wenn die freigesetzten Stoffmengen die natürlichen Integrationskapazitäten von ihrer Quantität her übersteigen - oder aber in besonderen Stoffbeschaffenheiten begründet liegen, d.h. wenn Stoffe ihrer Art nach dem biologischen Verarbeitungsvermögen von Organismen, Ökosystemen oder jenem von chemisch-physikalischen Regelkreisen nicht entsprechen.(12) Die Folgen einer solchen Überbeanspruchung natürlicher Aufnahme- und Ausgleichskapazitäten sind bekannt: Sie reichen von Belastungen der menschlichen Gesundheit und Beeinträchtigungen der Vitalität nicht-menschlicher Lebewesen über die Versauerung von Böden und Gewässern bis hin zu Klimaveränderung, Zerstörung der Ozonschicht u. a. m..

Klassisches Beispiel für ein *mengenmäßiges Auseinanderklaffen von menschlicher Stofffreisetzung und dem natürlichen Integrationsvermögen* sind die CO₂-Emissionen, welche an sich einen natürlichen Bestandteil des atmosphärischen Stoffhaushaltes bilden. Als Folge der seit rund 150 Jahren jedoch anhaltend wachsenden Nutzung fossiler Energieträger und der damit einhergehenden verbrennungsbedingten Kohlendioxid-Freisetzung hat sich die CO₂-Konzentration der Atmosphäre seit der vorindustriellen Zeit von 280 ppm bis heute auf 380 ppm erhöht. Bei unverändertem Trend der Nutzung fossiler Energien würde die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre laut Internationaler Energieagentur (IEA) von 2005 bis 2030 weiter um bis zu 52% ansteigen.(13)

Um das Risiko der sich bereits unverkennbar abzeichnenden globalen Klimaänderung und deren unabsehbare Folgen in einem beherrschbaren Rahmen zu halten, müsste der globale Temperaturanstieg mit maximal 2 °C begrenzt werden, was bedeutet, dass die CO₂-Konzentration künftig 430 ppm nicht überschreiten dürfte. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es jedoch einer Verringerung des weltweiten CO₂-Ausstoßes um 50% bis zur Mitte des

Jahrhunderts.(14) Im Vergleich dazu sieht das Kyoto-Protokoll bis 2010 gerade einmal eine Reduktion um 5% vor und kann daher nur als ein erster zaghafter Schritt zu einer effektiven Begrenzung des Klimarisikos angesehen werden

Demgegenüber sind stoffliche Freisetzungen in die Umwelt aus *qualitativer Sicht* dort problematisch, wo es sich um Substanzen handelt, die aufgrund ihrer *besonderen substantiellen Eigenschaften* Schäden in der Umwelt verursachen können. Hier wären zum einen die so genannten Xenobiotika zu nennen, also chemosynthetische Stoffe, die in der Natur nicht vorkommen und für die es daher häufig auch keine geeigneten Abbau- oder Einbaumechanismen im Naturhaushalt gibt. Die wohl bekanntesten Vertreter dieser Stoffart sind die in Industriegesellschaften weit verbreiteten chlororganischen Verbindungen (wie z.B. Trichlorethan, Perchloräthylen oder die verschiedenen FCKW). Infolge ihrer unzureichenden ökologischen Integrierbarkeit (z.B. schlechte biologische Abbaubarkeit) kommt es bei solchen Stoffen oftmals zu bedenklichen Anreicherungen in Umweltmedien und Organismen.

Die zweite problematische Stoffgruppe dieser Art sind unmittelbar toxisch wirkende bzw. explizit gesundheitsgefährdende Produkte, Produktbestandteile oder Nebenprodukte. Hierzu gehören zahlreiche Substanzen der bereits zuvor genannten Gruppe chlororganischer Verbindungen, aber auch verschiedene Schwermetalle (z.B. Cadmium, Quecksilber) und zahlreiche weitere Stoffe.(12)

Viele dieser Stoffe sind aufgrund ihres bekannt gewordenen Risikopotentials mittlerweile – zumindest in den Industrieländern – mit Einsatzverboten belegt (wie z.B. zahlreiche Pestizide der älteren Generation) oder in ihrer Verwendung stark eingeschränkt worden (wie etwa die FCKW als Treib- und Kühlmittel oder als Schäumungsmittel für Kunststoffe).

Die große Zahl von etwa 30.000 in Gebrauch befindlichen chemischen Stoffen und die auf viele hundert Millionen Tonnen gestiegene Weltproduktion bei Chemikalien machen eine wirkungsvolle Begrenzung jedoch schwierig.(15)

Auf der anderen Seite darf aber nicht übersehen werden, dass gerade bei den in sehr großen Mengen freigesetzten „Massenschadstoffen“, in zahlreichen hochindustrialisierten Ländern in den letzten Jahren oft deutliche Emissionsverringerungen erzielt werden konnten. So wurden beispielsweise die Emissionen von verschiedenen säurebildenden Schadstoffen (Stickoxide, Schwefeloxide, Ammoniak) in den meisten europäischen Ländern im vergangenen Jahrzehnt um etwa 40% gesenkt. Dieser Rückgang beruht auf Maßnahmen im Rahmen der Umsetzung des „Göteborg-Protokolls“ der UN-Wirtschaftskommission für Europa (UNECE), welches die Unterzeichnerländer verpflichtet, die Emissionen von Schwefel, Stickstoff, Ammoniak und flüchtigen Kohlenwasserstoffen (VOC) bis 2010 um bis zu 63 Prozent (gemessen am Niveau von 1990) zu reduzieren. (16),(17)

In weiten Teilen der Welt hingegen – und hier im Besonderen in den bereits mehrfach erwähnten wirtschaftlich besonders dynamischen Schwellenländern – steigt die Freisetzung von Schadstoffen in Luft, Wasser und Boden beständig und z.T. sogar massiv an.(18),(19),(3)

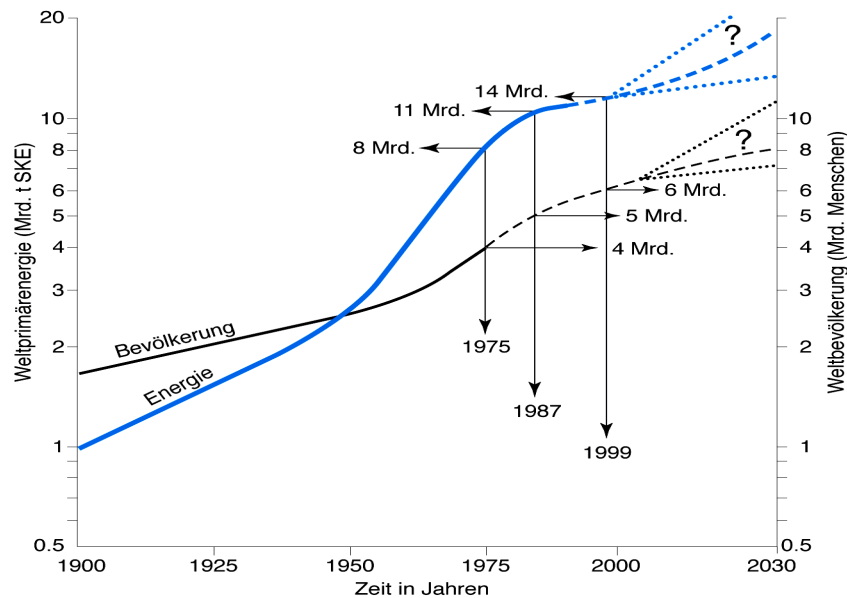
4. Bevölkerungswachstum und weltwirtschaftliche Entwicklung als Triebfedern ungleichgewichtiger Umweltnutzung

Als treibende Kräfte für die zuvor beschriebenen, sich fortschreitend verschärfenden Ungleichgewichte zwischen den gesellschaftlichen Ansprüchen an die natürliche Umwelt einerseits und den Reproduktions- und Ausgleichskapazitäten der Ökosphäre andererseits sind allen voran die Bevölkerungsentwicklung und die aktuellen Entwicklungen der Weltwirtschaft auszumachen.

Beide Wachstumsprozesse sind global nur schwer zu steuern. So lässt sich, wie vorliegende Erfahrungen zeigen, die Bevölkerungszunahme in den davon besonderes betroffenen Entwicklungs- und Schwellenländern auf kürzere Sicht politisch gar nicht oder aber nur unter

Inkaufnahme schwerwiegender negativer Begleiterscheinungen beeinflussen. Dies deshalb, da die wesentlichen Schlüsselfaktoren für eine Bevölkerungsstabilisierung in diesen Ländern in einer breiten Einkommens- und Wohlstandsentwicklung bzw. in der Entwicklung des Gesundheitswesens und der sozialen Sicherungssysteme (Stichwort institutionalisierte Altersversorgung) liegen und diese nur längerfristig Wirkung entfalten können.

Zusammenhang von Bevölkerungswachstum und Energieverbrauch

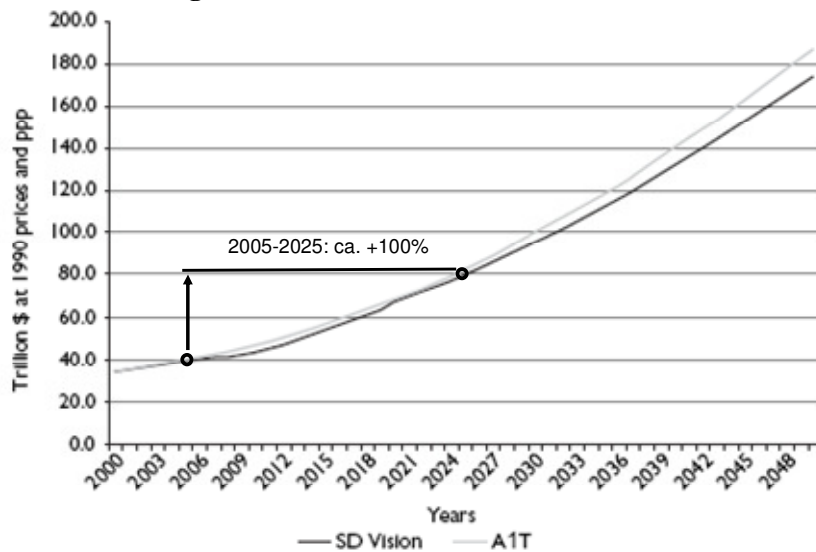


Quellen: Schönwiese, 2003 (verändert) (20)

Insgesamt hat sich die Weltbevölkerung innerhalb der vergangenen 50 Jahre von 2,5 Mrd. auf dzt. etwa 6,3 Mrd. Bewohner verzweieinhalbfacht. Bis 2030 rechnet man mit einer Bevölkerungszahl zwischen 7 und 11 Mrd. also einem weiteren Anstieg im Mittel um etwa 50%. Allein dieser numerische Bevölkerungszuwachs führt – noch ohne Berücksichtigung von allfälligen Verbesserungen im materiellen Lebensstandard – über die damit einhergehenden existenziellen Grundbedarfe (Ernährung, Wasser, Energie, Wohnen) zu einer beträchtlichen Mehrbeanspruchung natürlicher Potentiale.

In seiner ökologischen Anspruchswirkung überlagert wird das Bevölkerungswachstum schließlich vom zweiten Wachstumsprozess, der Wirtschaftsentwicklung und der ihr immanenten beständigen Zunahme des Produktions- und Konsumvolumens. Anhaltendes wirtschaftliches Wachstum gilt dabei als gleichsam unverzichtbare Grundbedingung für breiten materiellen Wohlstand und für soziale Sicherheit und wird damit letztlich auch zum Schlüsselfaktor für die Verringerung des Wohlstandsgefälles zwischen den Industrieländern und den Ländern der Dritten Welt.

Prognose zum Wachstum der Weltwirtschaft



Source: Elaboration on data from SRES and IASA.

Quelle: IEA 2003 (21)

Mittelfristig wird von einer Wachstumsrate der Weltwirtschaft von 3 Prozent pro Jahr ausgegangen, was bedeutet, dass sich die globale Wirtschaftsleistung innerhalb der nächsten 23 Jahre verdoppeln würde. Innerhalb dieses Wachstumsverlaufes werden sich den vorliegenden Schätzungen zufolge die Gewichte immer stärker in Richtung Südostasien verlagern: Bis zum Jahr 2015 dürften bereits 40% des weltweiten Wirtschaftswachstums auf den asiatischen Raum entfallen (bei einer angenommenen dortigen Wachstumsrate von 5 Prozent p. a.), wogegen die Wachstumsanteile der traditionellen Industrieländer deutlich zurückgehen sollten. (Eurozone und Japan 1,5 bis 2 Prozent p. a.; USA 2,7 Prozent p. a.).(22), (23)

4. Risikobegrenzung durch eine nachhaltige Naturgüternutzung -Grundbedingungen

Angesichts dieser enormen Aufwärtsdynamik in der Bevölkerungs- wie auch in der Wirtschaftsentwicklung stellt sich die Frage, ob bzw. wie unter diesen Bedingungen eine nachhaltige, ökologisch angepasste Umweltnutzung überhaupt gelingen könnte.

Nachhaltigkeit, im Sinne eines Wirtschaftens innerhalb der natürlichen Reproduktions- und Verarbeitungsgrenzen, würde mit Blick auf die zivilisatorische Stoff- und Energienutzung bedeuten, dass folgende Bedingungen erfüllt sein müssten.(12)

- Stoffliche (und energetische) Emissionen in die Umweltmedien sollten durch fortschreitende verfahrens- und umwelttechnische Verbesserungen generell auf einem Minimum gehalten werden. Eine wichtige Strategie dabei ist Schaffung von weitestgehend geschlossenen technischen Nutzungskreisläufen, insoweit solche möglich sind (nicht möglich bei per se „offenen“ Stoffeinsätzen, wie z.B. Düngung und chemischem Pflanzenschutz).
- Die verbleibenden, technologisch oder einsatzbedingt nicht vermeidbaren Stoffabgaben an die Umwelt müssten ihrem Umfang wie auch ihrer Beschaffenheit nach so gestaltet sein, dass sie das Aufnahme- und Assimilationsvermögen von Lebewesen, Ökosystemen und natürlichen Regelkreisen nicht übersteigen. Dies würde etwa bedeuten, dass biologisch schwer oder nicht abbaubare Stoffe bzw. solche, für die es keine geeigneten Integrationsmechanismen in der Natur gibt (wie z.B. bestimmte Schwermetalle) von einer Anwendung ausgeschlossen bleiben. Ebenso müsste die Freisetzung von Substanzen mit signifikanter gesundheitsschädigender Wirkung (z.B. toxische oder krebserregende Stoffe) gänzlich unterbleiben.

- Auf der Inputseite wiederum müsste die Nutzung vor allem von nicht-erneuerbaren Rohstoffen und Energieträgern sukzessive zurückgefahren werden. So würde etwa ein jährlicher Verbrauchsrückgang von 2 Prozent bei einem bestimmten Rohstoff oder Energieträger eine Halbierung von dessen Verbrauchsniveau binnen 35 Jahren zur Folge haben.
- An die Stelle der nicht-erneuerbaren sollten in steigendem Maße erneuerbare Rohstoffe und Energieträger treten, wobei allerdings die Grenzen deren jeweiliger natürlicher Reproduktionskapazitäten zu beachten sind. Auch ist eine Substituierbarkeit technisch gesehen nicht in allen Fällen möglich.

Generelle Grundvoraussetzung auf dem Weg zu einer nachhaltigen Umweltnutzung wäre eine Verringerung des Material- und Energiedurchsatzes durch das ökonomisch-technische Gesamtsystem. Diese ist zum einen notwendig, um die derzeit riesigen Einsatzmengen an mineralischen bzw. fossilen Rohstoffen und Energieträgern überhaupt zu einem bedeutenderen Anteil durch erneuerbare Substitute decken zu können. Zum anderen bringt eine Reduzierung der Stoff- und Energieumsätze zugleich eine entsprechende Entlastung auch auf der Emissionsseite mit sich.

Im Bereich der Materialwirtschaft stellt hierzu das Recycling von Produkten und Einsatzstoffen einen wesentlichen Ansatzpunkt dar, im Bereich der Energiewirtschaft sind es Maßnahmen der Effizienzsteigerung beim Energieträgereinsatz.

Wie groß die gesellschaftliche Herausforderung ist, durch Reduktion der Input- und Outputströme quantitativ auf Nachhaltigkeitsniveau zu kommen, lässt sich in grober Annäherung aus dem sogenannten „Ecological Footprint“ unserer Wirtschaftsweise erkennen. Der ökologische Fußabdruck gibt die für einzelne Volkswirtschaften erforderliche biologisch produktive Fläche („Umweltraum“) an, die rechnerisch vonnöten wäre, um einerseits den Ressourcenbedarf des betreffenden Landes hypothetisch abdecken sowie andererseits die stofflichen Freisetzungen des betreffenden Wirtschafttraumes vollständig absorbieren und integrieren zu können. Derartige Berechnungen deuten darauf hin, dass die großen Wirtschaftsräume der Welt zumeist etwa das Doppelte dessen an Umweltraum benötigen, als der tatsächlichen ökologischen Kapazität ihrer Fläche entspricht.(3)

Umgekehrt bedeutet dies, dass um auf ein nachhaltiges Niveau zu gelangen, Ressourcenverbrauch und Emissionsbelastung grosso modo auf die Hälfte des gegenwärtigen Niveaus herabgesetzt werden müssten. Diese Größenordnung wird denn auch tatsächlich in verschiedenen umweltpolitischen Bereichen verbreitet als Realziel anvisiert.

So etwa in der Luftreinhaltung, wo das bereits erwähnte europäische UN-Luftreinhalteabkommen bei verschiedenen Luftschadstoffen Emissionsreduktionen von 50 Prozent bis 2010 vorsieht, wobei es nach Ansicht der EU-Kommission allerdings in den Folgejahren noch weiterer Emissionsverringerungen bedürfte, um zu einer Luftqualität zu gelangen, die dem Nachhaltigkeitsanspruch zumindest nahe kommt.(24)

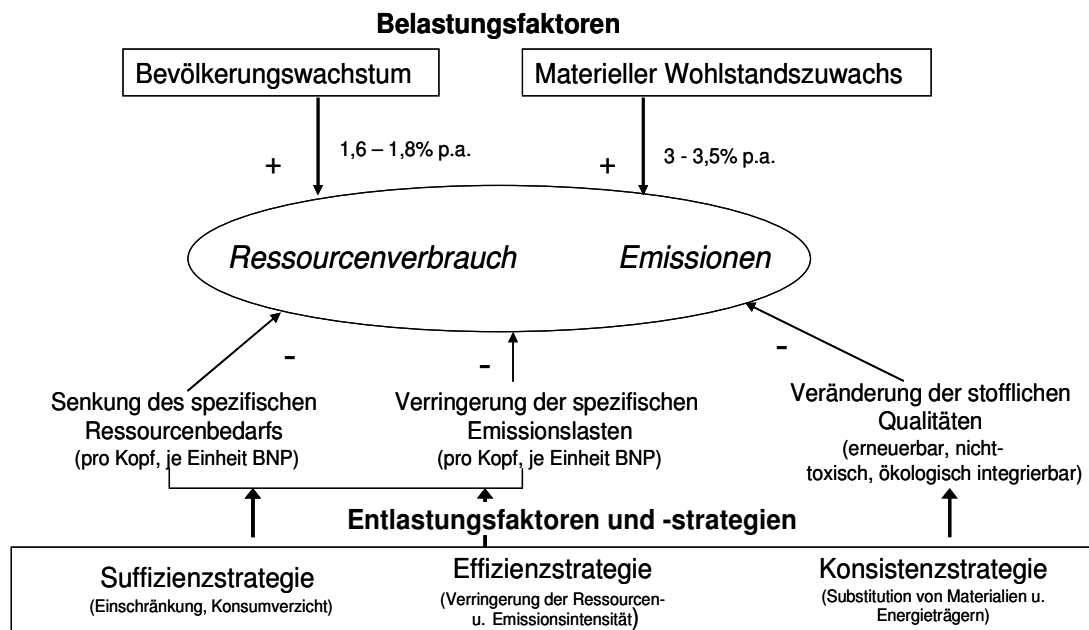
Auch im Zusammenhang mit den Klimaschutzerfordernissen wird – wie bereits oben angesprochen - für eine Begrenzung des zu erwartenden Temperaturanstieges auf ein vertretbares Maß eine Halbierung der gegenwärtigen Freisetzung von klimawirksamen Gasen für notwendig erachtet. (25)

4. Handlungsansätze in Richtung einer nachhaltigen, gleichgewichtigen Umweltnutzung

Die im Lichte der zuvor geschilderten Befunde entscheidende Frage ist nun, ob bzw. wie sich solche einschneidenden Rücknahmen in der Umweltbeanspruchung, wie sie für eine nachhaltige Wirtschafts- und Lebensweise erforderlich wären, überhaupt realisieren ließen.

In der Nachhaltigkeitsdebatte werden dafür drei Umsetzungsstrategien ins Treffen geführt, und zwar

- die Suffizienzstrategie
- die Effizienzstrategie und
- die Konsistenzstrategie



Quelle: eigene

4.1 Die Suffizienzstrategie

Die Suffizienzstrategie zielt auf Verzichtleistungen der Menschen im Sinne eines freiwilligen Maßhaltens und einer Selbstbegrenzung beim Kauf sowie bei der Nutzung von Gütern und Dienstleistungen ab. Die ökologische Idee dahinter ist die, dass Einschränkungen im Konsum unmittelbar zu einer absoluten (nicht nur relativen) Verringerung des Ressourcenverbrauchs wie auch der Umweltbelastungen auf der Emissionsseite führen.

Hauptadressaten der Suffizienzstrategie sind die Konsumenten, welche etwa durch die Bevorzugung von hochwertig-langlebigen, reparaturfähigen Produkten („Klasse statt Masse“), die gemeinschaftlichen Nutzung von Gebrauchsgütern, wie etwa Carsharing oder Gemeinschaftswaschmaschinen („Nutzen statt Besitzen“) oder einen teilweisen bis gänzlichen Verzicht auf bestimmte Güter oder Leistungen (z.B. keine Fernreisen, bevorzugter Kauf regionaler Produkte) ihre Konsumaktivitäten bewusst in Grenzen halten könnten.

Darüber hinaus können aber auch Unternehmen in gewissem Sinne Ansätze zur Suffizienz entwickeln, etwa wenn sie beim Ziel der Gewinnmaximierung Abstriche in Kauf nehmen, indem sie sich für einen Einsatz von ökologisch verträglicheren, jedoch teureren Einsatzgütern entscheiden..

Was den möglichen realpolitischen Stellenwert der Suffizienzstrategie für eine nachhaltige Entwicklung anbelangt, dürfte Suffizienz als grundlegende Konsumorientierung in einer Zeit, in der Konsum immer stärker zu einem dominierenden Handlungsmuster der Freizeit-

gestaltung geworden ist und wo Konsum verbreitet auch als identitätsstiftend angesehen wird, wohl eher keinen allzu breiten Widerhall finden.

Empirischen Untersuchungen zufolge lässt sich in den wirtschaftlich hochentwickelten Regionen der Welt jener Bevölkerungsanteil der „Postmaterialisten“, der grundsätzlich für einen materiell gemäßigten Lebensweise ansprechbar sein dürfte, auf ein Fünftel bis ein Viertel aller Konsumenten beziffern.(1),(26)

Dabei ist suffizientes Konsumverhalten jedoch keineswegs zwingend mit einer Verringerung der Lebensqualität gleichzusetzen. Vielmehr sind gerade in Fällen eines bereits erreichten hohen materiellen Wohlstands verbreitet anderweitige Defizite in der Lebensführung festzustellen. Phänomene, wie „Konsumstress“ anstelle von Muße oder Verluste in den sozialen Beziehungen als Folge einer starken Fixierung auf materielle Bedürfnisbefriedigungen können durchaus dazu führen, dass eine bewusste Zurücknahme in den Konsumaktivitäten mitunter ein Mehr an Lebenszufriedenheit bringt.(27)

4.2 Die Effizienzstrategie

Weitaus größere Erwartungen als in das verbreitete Aufkommen einer „neuen Bescheidenheit“ werden auf dem Weg zu einer nachhaltigen Wirtschaft in die Erhöhung der ökologischen Effizienz von Produktions- und Konsumprozessen gesetzt.

Als dynamischer Zielprozess verstanden bedeutet ökologische Effizienzsteigerung verstanden bedeutet ökologische Effizienz, dass die Herstellung und Nutzung von Produkten (einschließlich deren späterer Verwertung und Entsorgung) mit einem immer geringer werdenden und letztendlich minimalen Aufwand an natürlichen Ressourcen (Rohstoffen, Energie, Wasser) sowie einer ebensolchen Minimierung der Abgabe von luft- wasser- und bodengängigen Stoffen an die Umwelt erfolgt.

Tatsächlich konnte die Einsatzeffizienz bei natürlichen Ressourcen in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten deutlich erhöht werden. So hat sich die Materialintensität der Weltwirtschaft (also der Materialverbrauch je wirtschaftlicher Leistungseinheit) zwischen 1980 und 2002 um 26% verringert (von 2,1 kg/US \$ auf 1,55 kg/US \$). Diese Effizienzsteigerung reichte jedoch bei weitem nicht aus, um den zeitgleichen Mehrbedarf an Ressourcen aufgrund des Wachstums des Weltbruttosozialprodukts um 83 Prozent zu kompensieren. Folglich hat sich der weltweite Rohstoffverbrauch in diesem Zeitraum letztlich um 35% erhöht.

Auf der anderen Seite konnte dagegen der Materialeinsatz in der Europäischen Union (EU-15) in dieser Zeit tatsächlich annähernd konstant gehalten werden, indem 56 Prozent Wachstum der Wirtschaftsleistung durch eine um 44 Prozent verringerte Materialintensität ressourcenseitig weitgehend „abgedeckt“ wurden.(2)

Ähnlich verhält sich die Situation im Bereich der Energienutzung. Auch hier hat es in den vergangenen Jahrzehnten beachtliche Effizienzsteigerungen gegeben. So hat sich etwa in China der Energieverbrauch je Einheit Bruttoinlandsprodukt seit Beginn der 80er Jahre um ca. 2/3 verringert, in den USA immerhin um rund 1/3. In den OECD-Staaten insgesamt ist die Energieintensität seit Mitte der 70er Jahre um rd. 30 Prozent gesunken; dennoch hat der Gesamtenergieverbrauch aufgrund des noch höheren Wirtschaftswachstums in dieser Periode um 23% zugenommen.(10) Zudem ist zu vermerken, dass sich die Effizienzverbesserungen in den Industriestaaten gerade in den letzten Jahren wieder merklich abgeflacht haben..

Insgesamt müsste, um in der Zukunft den durch das Wirtschaftswachstum erwarteten Mehrbedarf an Material- und Energie zu kompensieren und den Ressourcenverbrauch konstant zu halten, die Ressourcenintensität global jährlich um rund 3 Prozent abnehmen. Um darüber hinaus gar auf eine Halbierung des Umweltverbrauches bis 2025 zu kommen, wie dies von Seiten der Nachhaltigkeitsforschung als Rahmenziel angegeben wird, müsste die Ressourceneffizienz demnach mit doppelter Rate, d.h. mit 6 Prozent p. a. ansteigen.

Konkretisiert werden Inhalte und Größenordnung einer solchen Erhöhung der Ressourceneffizienz z.B. im sogenannten „Faktor 4 –Konzept. Dieses geht vom Erfordernis einer Halbierung des gesellschaftlichen Naturverbrauchs aus bei gleichzeitiger Verdoppelung des materiellen Wohlstands aus. Beides zusammen kann nur dann erreicht werden, wenn der spezifische Umweltverbrauch für Produktion und Konsum um den Faktor 4, also um 75 Prozent im Vergleich zum Status quo verringert wird.(28)

Noch höhere Ansprüche werden im inhaltlich sonst gleich gelagerten „Faktor 10-Konzept“ gestellt, welches insofern noch weiter geht, als es für die Industriestaaten eine Reduktion der spezifischen Stoff- und Energieströme je Einheit Wirtschaftsleistung gar um 90 Prozent vorsieht. Diese überproportionale Effizienzanstrengung der Industrieländer wird deshalb als notwendig angesehen, damit bei Wahrung des Zieles einer Halbierung der globalen Umweltbelastung die bislang noch weniger entwickelten Regionen der Welt für ihren wirtschaftlichen Nachholprozess einen entsprechenden Mehrbedarf an Ressourcen beanspruchen können.(29)

4.3 Die Konsistenzstrategie

Anders als bei der Effizienzstrategie, welche auf eine mengenmäßige Anpassung der Input- und Outputströme vom bzw. in das Natursystem abzielt, geht es bei der Konsistenzstrategie vorrangig um die qualitative Dimension der anthropogen verursachten Stoffströme. Nach *Huber* sind „konsistente Stoffströme solche, die einerseits weitgehend störicher im abgeschlossenen technischen Eigenkreislauf geführt werden, und andererseits – an den Schnittstellen zwischen Anthro- und Biosphäre – mit den Stoffwechselprozessen der umgebenden Natur so übereinstimmen, dass sie sich ... relativ problemlos darin einfügen“.(30)

Ein zentrales operatives Umsetzungselement der Konsistenzstrategie ist der „Zero Emissions“-Ansatz. Er bedeutet in seiner Reinform, dass alle in einem Prozess zum Einsatz kommenden Stoffe vollständig in ein Endprodukt einfließen oder zu Inputs für andere wertschaffende Prozesse werden und es somit keine unerwünschte Neben- oder Kuppelprodukte gibt.(31))

Wichtige Instrumente für die Entwicklung des Zero Emissions- Ansatzes sind (32)

- „*Cleaner Production*“ im Sinne einer integrierten Produktion mit im Idealfall stofflich geschlossenen technischen Systemen ohne Abfälle und Emissionen. Dies kann in Gestalt von perfektionierten betriebsinternen Kreisläufen geschehen oder aber im Kontext mehrerer Betriebe in Gestalt industriell-ökologischer Cluster („Öko Parks“)
- Bei der Realisierung von *Cleaner Production* kommt dem *Recycling*, also der Wiedernutzung von Reststoffen ein wichtiger Stellenwert zu. Um Reststoffe möglichst in ihrer Gesamtheit neuerlich einsetzen zu können, bedarf es mitunter eines „Upsizing“, d.h. der Entwicklung von Produkten und Technologien, die sich für den Einsatz solcher Stoffe gut eignen.
- Ein weiteres Begleitelement von *Cleaner Production* ist die *Weiterverarbeitung von Abfällen und Abwässern in „Integrierten Biosystemen“* wie z.B. in Kompostier- und Biogasanlagen
- Auch die „*Sanfte*“ *Chemie* („*Green Chemistry*“) mit dem Ziel der Kreation von Produkten und chemischen Prozessen möglichst ohne toxische bzw. gefährliche Substanzen ist Teil des *Cleaner Production*-Konzeptes.
- Mit der *Sanften Chemie* wiederum eng verbunden ist die bevorzugte *Verwendung von erneuerbaren Rohstoffen und Energieträgern* in Prozessen und für Produkte.

Mittlerweile gibt es zahlreiche Beispielsprojekte aus verschiedenen Industriebranchen, die zeigen, dass es in weiten Bereichen durchaus möglich ist, Produktionsprozesse nach dem Zero-Emissions-Prinzip, also weitestgehend abfall- und emissionsarm zu gestalten.(33)

Anschauliche Beispiele hierfür finden sich im Bereich der Papier- und Zellstoffherstellung oder in der Galvanik, aber auch in der Lebensmittelverarbeitung, wo durch Kreislaufschließungen beispielsweise der spezifische Wasserverbrauch und damit korrespondierend der Abwasseranfall sowie der Chemikalieneinsatz teilweise um bis zu 95 Prozent reduziert werden können.(34)

Konsistenz im Sinne einer umfassenden ökologischen Anpasstheit von Material- und Energieflüssen beinhaltet jedoch nicht nur die Kompatibilität der an die Umwelt abgegebenen Stoffe, sondern erstreckt sich auch auf die Qualität der aus der Natur entnommenen Ressourcen. Angesprochen ist damit vor allem der vorrangige Einsatz von erneuerbaren Rohstoffen und Energieträgern, insoweit dies von den funktionellen Anforderungen des Verwendungsfalles her jeweils möglich ist.(26)

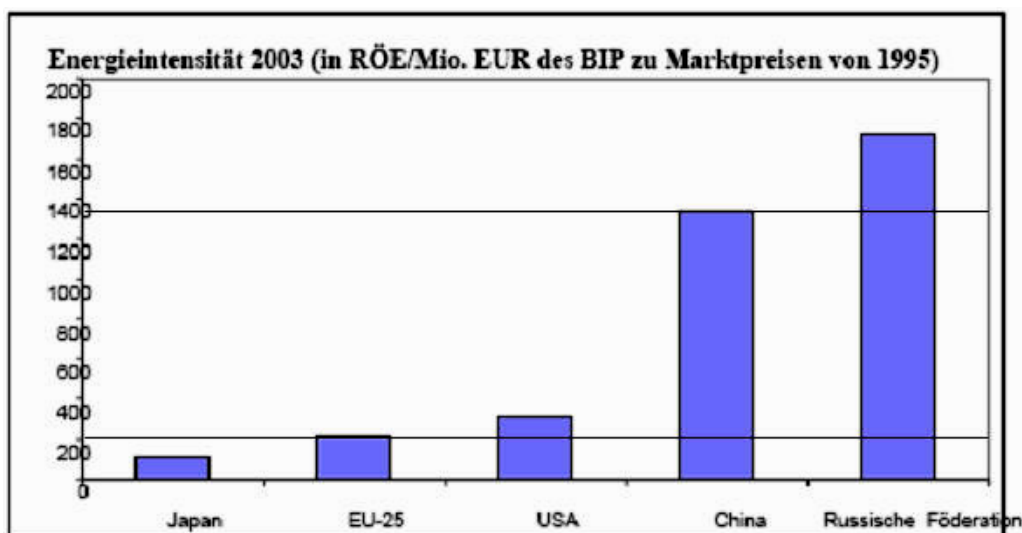
Zusammenfassend sei hier nochmals angemerkt, dass Effizienzstrategie und Konsistenzstrategie als einander ergänzende Konzepte zu verstehen sind, nämlich als notwendige Kombination einer quantitativen Verringerung der produktions- und konsumbedingten Stoff- und Energieumsätze bei gleichzeitiger qualitativer Transformation.(35)

5. Beseitigung von Ungleichgewichten am konkreten Beispiel der Energienutzung – Potentiale und Grenzen

Eines der zentralen Handlungsfelder im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung ist zur Zeit der Klimaschutz und mit diesem gleichsam untrennbar verbunden eine ökologisch angepasste, nachhaltige Energienutzung. Eine nach Nachhaltigkeitsgesichtspunkten gestaltete Energienutzung stützt sich auf zwei strategische Grundpfeiler, nämlich die fortlaufende Effizienzsteigerung beim Energieträgereinsatz einerseits und die fortschreitende Erhöhung des Versorgungsanteiles erneuerbarer Energieträger andererseits.

5.1 Erhöhung der Energieeffizienz

Im Bereich der energetischen Effizienzsteigerung sind weltweit noch große Potentiale zu erkennen. Ein ganz wesentlicher Punkt dabei ist die möglichst rasche Annäherung der aufstrebenden „neuen“ Industrieländer an die energiewirtschaftlichen Standards der OECD-Staaten. So ist die Energieintensität der chinesischen und der indischen Volkswirtschaft immer noch fünf- bis sechsmal so hoch wie die der EU-Staaten. Aber auch jene der USA ist immerhin noch um ca. 50% höher als der EU-Durchschnitt.



Quelle: Enerdata (Berechnungen auf der Grundlage von Eurostat-Daten)

Und selbst in der EU mit ihrer bereits verhältnismäßig niedrigen Energieintensität sind noch beträchtliche Effizienzreserven vorhanden. So sollte sich nach den Erwartungen der EU-Kommission der spezifische Energiebedarf hier innerhalb von 20 Jahren (2000 – 2020) um weitere 30% verringern lassen, was einer jährlichen Effizienzsteigerung um rd. 2 Prozent entspricht. Dennoch würde in diesem Fall der absolute Energieverbrauch aufgrund wachsender Produktions- und Konsumansprüche bis 2020 um rund 12% zunehmen.

In Anbetracht der ab 2004 massiv gestiegenen Verbraucherpreise bei Erdöl und Gas mit vermutlich weiterhin hohem Niveau sollten sich nunmehr allerdings Einsparraten erzielen lassen, die am Ende sogar in einen absoluten Rückgang des Energieverbrauches münden. So wäre es etwa einer Prognose von ESSO zufolge durchaus im Bereich des Möglichen, den Gesamtenergieverbrauch in einem hochindustrialisierten Land wie Deutschland in den nächsten 20 Jahren um 5% zu senken, wenn in den einzelnen Einsatzbereichen Effizienzverbesserungen in den unten genannten Größenordnungen erzielt werden.

Verbesserungen der Energieeffizienz in Deutschland		
Veränderungen in %		
	1970 – 1998**	1998 - 2020
Industrie	49	32
Straßenverkehr ▪ Benzin-PKW	19	30
▪ Diesel-PKW	29	40
Haushalte (Raumwärme)	44	26
Kraftwerke	6	14

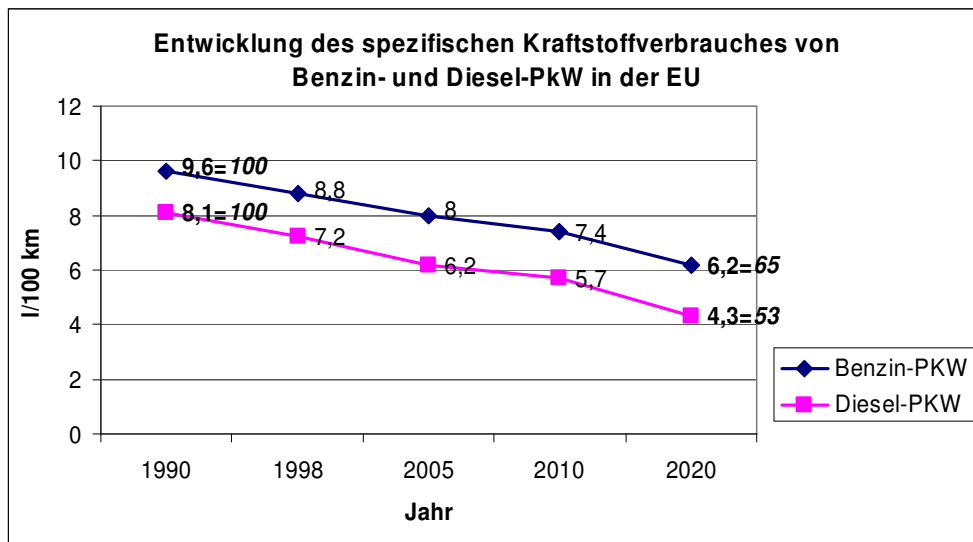
Quelle: ESSO-Energieprognose (36)

Im Einzelnen geht die Prognose von folgenden Annahmen aus:

In der Industrie sollten Effizienzsteigerungen in diesem Ausmaß durch prozesstechnische Verbesserungen speziell in den energieintensiven Branchen (Stahl, Chemie, Papier, Baustoffe) sowie durch einen verstärkten Einsatz von KWK-Anlagen mit optimierter Abwärmenutzung möglich sein.

Bei den Haushalten hingegen ergeben sich große Einsparpotentiale durch die Forcierung einer energiesparenden Bauweise bei Neubauten, mehr noch aber durch eine wärmetechnische Sanierung der (den Häuserbestand dominierenden) Altbauten. Konkret verringert sich der Heizenergiebedarf bei Einfamilienhäusern nach einer Sanierung zumeist um 2 Drittel des Ausgangswertes, bei Mehrfamilienwohnbauten durchschnittlich um die Hälfte. Hohe Brennstoffpreise und eine intensiviertere Förderung energetischer Altbausanierungen lassen die hier genannte Effizienzsteigerung in der Wohnraumbeheizung durchaus wahrscheinlich erscheinen.

Deutlich unsicherer und schwieriger zu erreichen sind dagegen die Energieeinsparungen im Verkehrssektor. Die in der ESSO-Prognose für möglich erachteten Effizienzsteigerungen im Zeitraum 2000 bis 2020 von 30 Prozent bei Benzin-PKW und 40 Prozent bei Diesel-PKW würden voraussetzen, dass der Durchschnitts-Flottenverbrauch bei den benzinbetriebenen Fahrzeugen konkret von 8,8 l auf 6,2 und bei den Diesel-PKW im Mittel von 7,2 l auf 4,3 l pro 100 Kilometer zurückgeht.



Quelle: Darstellung nach Daten der ESSO-Energieprognose 2000 (36)

Die Realisierungschancen von solchen Effizienzerwartungen stützen sich vor allem auf die von der EU-Kommission als verpflichtend ins Auge gefasste Limitierung der CO₂-Emissionen bei Neuwagen bis 2012 auf durchschnittlich 130g/km (von 186g/km im Jahr 1995). Diese Vorgabe wurde entwickelt, nachdem eine freiwillige Selbstverpflichtung der Automobilindustrie zur Verringerung des CO₂-Ausstoßes ihrer Neuwagenflotten auf 140g/km bis 2008/09 offensichtlich nicht erfüllt wird. Ein direkter Bezug zum Energieverbrauch ist dabei insofern gegeben, als die hier anvisierten Rückgänge im CO₂-Ausstoß vor allem durch die Entwicklung und den Einsatz von immer kraftstoffsparenderen Kraftfahrzeugen erreicht werden sollen. Der vermehrte Einsatz von CO₂-neutralen oder -armen Treibstoffen, wie ihn die Biokraftstoffrichtlinie der EU vorsieht (mit einem Anteil von 23% bis 2020 als Ziel), ist hier noch nicht berücksichtigt.

5.2 Vorrangiger Einsatz erneuerbarer Energien

Derzeit wird die globale Energieversorgung zum weitaus überwiegenden Teil von den nicht-erneuerbaren fossilen Energieträgern Erdöl, Kohle und Erdgas getragen (zusammen knapp 80%). Lediglich rund 13 Prozent des Weltenergiebedarfes werden gegenwärtig auf Basis erneuerbarer Energieträger – allen voran durch Holz (11%) – gedeckt.(37) Vor allem in den Industrieländern spielen regenerative Energien bislang zumeist nur eine untergeordnete Rolle. So hat sich die EU aktuell zum Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien in ihren Mitgliedsländern insgesamt von bislang 6 Prozent auf 12 Prozent bis zum Jahr 2010 zu erhöhen. Aber auch China hat sich im Streben nach einer sichereren und auch preisstabileren Energieversorgung eine 10-prozentige Deckung seines Energiebedarfes durch erneuerbare Energien bis 2010 vorgenommen.(18)

Deckungsanteile regenerativer Energieträger von 20 bis über 30 Prozent, wie sie in Österreich bzw. einigen skandinavischen Ländern vorgefunden werden, sind in Industrieländern derzeit noch seltene Ausnahmerecheinungen.

Eine zentrale Frage auf dem Weg zu einer ökologisch konsistenten Energieversorgung ist, inwieweit Potentiale an regenerativen Energien überhaupt in ausreichendem Maße vorhanden sind, um weite Teile der Bedarfsdeckung von den derzeit versorgungsbestimmenden fossilen Energieträgern übernehmen zu können. Dies noch dazu vor dem Hintergrund des für die nächsten Jahrzehnte erwarteten enormen Energieverbrauchszuwachses weltweit.

Derzeit wird - ausgehend von einem geschätzten Verbrauchsanstieg bei Energie weltweit um 50 Prozent in den kommenden 25 Jahren - angenommen, dass der Einsatz erneuerbarer

Energien zwar absolut gesehen überproportional zunehmen, ihr relativer Beitrag zur Weltenergieversorgung sich allerdings vorerst kaum erhöhen wird.

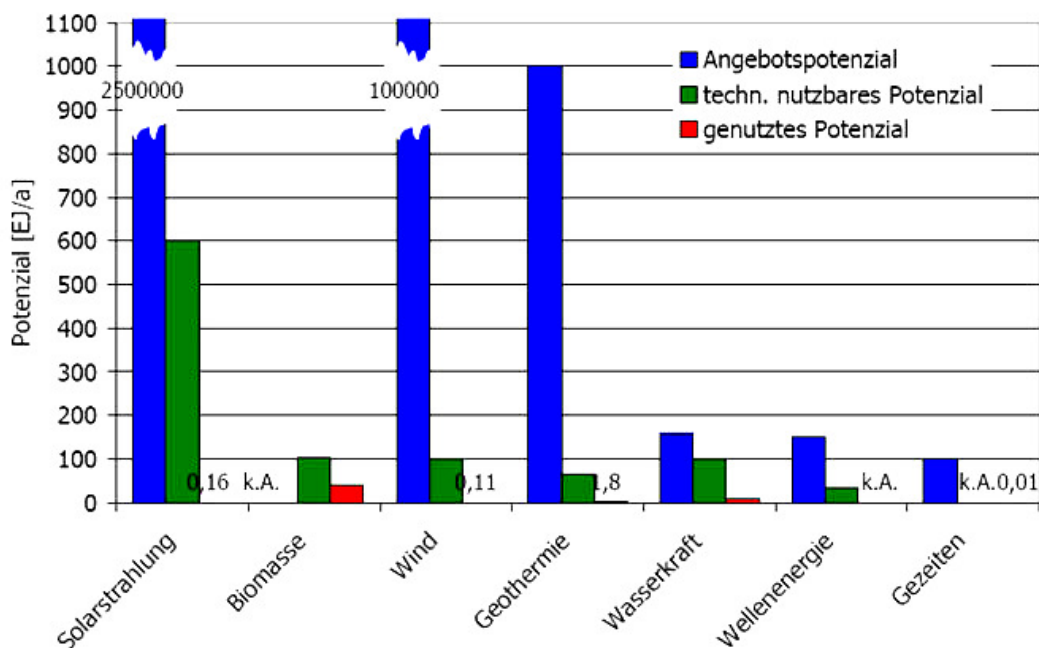
Erst für die Zeit nach 2020 wird angesichts der von da an erwarteten stark rückläufigen Fördermengen speziell bei Erdöl mit einem steilen Anstieg des Versorgungsbeitrages erneuerbarer Energieträger gerechnet.(38)

Spätestens dann also wird die zuvor angesprochene Frage virulent, von welchen regenerativen Energiepotentialen in welchen Umfängen ausgegangen werden kann und wie deren Nutzung unter dem Gesichtspunkt ökologischer Konsistenz (Stichwort: Emissionen von Energiebiomasse-Technologien) zu bewerten ist.

Was die Größenordnung des weltweiten Energieangebotes aus erneuerbaren Quellen anbelangt, so würde dieses rein rechnerisch jedenfalls ausreichen, um den derzeitigen und auch einen künftig allenfalls noch höheren Bedarf zu decken.

- Der größte Anteil dieses Potentials entfällt dabei auf die Solarstrahlung, wobei das technisch nutzbare Potential allein dieser Energiequelle kalkulatorisch etwa dem Eineinhalbfachen des gegenwärtigen Weltenergieverbrauches (dieser liegt bei rd. 420 Exajoule) entspricht. Konkret wird in visionären Beiträgen vorgerechnet, dass mit einer Fläche von 210.000 km² Photovoltaik-Solarzellen der gesamte kommerzielle Welt-Strombedarf und mit etwa 15.000 km² der gesamte weltweite Wärmebedarf gedeckt werden könnte. Flächen in dieser Größenordnung könnten allein durch die Integration von Solartechnik in schon vorhandene Gebäudeflächen (Dächer, Fassaden), also ohne eine zusätzliche Flächeninanspruchnahme bereitgestellt werden.(39)

Angebotspotentiale erneuerbarer Energien weltweit



Quelle: Brüggemann/Obermeier, 2003 (37)

- Ein großes Potential wird zukunftsbezogen auch der Windenergie sowie weiterhin der Wasserkraft mit jeweils ca. 100 Exajoule an noch erschließbarem Energieaufkommen zugemessen.
- Weltweit schon bisher in größerem Umfang genutzt und in ihrem Versorgungsbeitrag noch weiter ausbaufähig ist nicht zuletzt auch die Biomasse als Energiequelle. Über das tatsächliche Ausmaß, welches biogene Energieträger künftig in der globalen

Energieversorgung erreichen könnten, gehen die Meinungen allerdings weit auseinander. Laut einer Meta-Analyse von 17 weltweiten Studien durch die Universität Utrecht sollten längerfristig maximal 50 Prozent des Energiebedarfs der Welt auf der Grundlage biogener Energieformen gedeckt werden können, wobei eine Deckungsrate von bis zu 30% jedoch als realistische Obergrenze angesehen wird.(40)

Alle hier genannten Potentialschätzungen sind allerdings mit größeren Unsicherheiten und auch inhaltlich-sachlichen Unschärfen behaftet. So ist etwa zu berücksichtigen, dass die Potentiale der verschiedenen erneuerbaren Energieformen global wie auch innerhalb größerer Regionen räumlich sehr ungleich verteilt sind. Dies gilt für die Solarenergie ebenso wie für die Wind- und Wasserkraft und nicht zuletzt auch für die Biomasse. Diese Ungleichverteilung wiederum würde für einen regionalen Versorgungsausgleich Energietransporte aus „Überschussgebieten“ mitunter über weite Strecken erfordern, was bei manchen Energieformen (wie z.B. solarer Wärme) kaum möglich ist, bei anderen wiederum (z.B. Holz) mit hohen Transportvolumina verbunden wäre.

Darüber hinaus sind mit Ausnahme der Biomasse alle übrigen regenerativen Energieformen zeitlichen (jahres- und z.T. auch tageszeitlichen) Angebotsschwankungen unterworfen, sodass eine sichere Bedarfsdeckung mit bloß einem Energieträger entweder überhaupt nicht oder nur mit sehr hohem ökonomisch-technischen Aufwand (bei Solaranlagen z.B. durch Überdimensionierungen) möglich ist.

Speziell bei der solaren Wärmeerzeugung kommt noch eine weitere Einschränkung zum Tragen, nämlich dass erneuerbare Energiealternativen höhere energetische Niveauansprüche der Anwenderseite oft nicht zufriedenstellend erfüllen können. So sind in unseren Breiten die mit gängiger Solarkollektorentechnik erreichbaren Temperaturen auf Niedertemperaturbedarfe (bis ca. 200 Grad C) beschränkt. Hohe Temperaturen, wie sie in industriellen Prozessen verbreitet benötigt werden, lassen sich solar nur in sonnenreichen südlicheren Ländern erzielen.

Auch bei der Biomasse sind manchen Erscheinungsformen (z.B. Holz, Stroh) Einsatzgrenzen gesetzt, wogegen andere Formen der Bioenergie wie Treibstoffalkohole, Fettsäure-Methylester („Biodiesel“) oder Biogas ihren fossilen Pendanten gegenüber nahezu gleichwertig sind. Wesentliche Vorteile der Biomasse gegenüber Solarenergie, Wind und Wasserkraft sind – neben der saisonellen Ungebundenheit des Angebotes infolge ihrer guten Lagerfähigkeit (bei Biogas allerdings nur beschränkt gegeben) –, deren wesentlich höhere Energiedichte, die universelle Einsetzbarkeit für diverse Energiezwecke sowie die Transportierbarkeit auch über weitere Distanzen.

Angebotsseitig sind der energetischen Biomassenutzung jedoch von den verfügbaren Produktionsflächen her engere Grenzen gesetzt. Abgesehen von der Begrenztheit der Flächenverfügbarkeit an sich stellen im Speziellen die Flächenkonkurrenz durch prioritäre Erfordernisse der Nahrungsmittelerzeugung, daneben aber auch die wachsenden Flächenansprüche aus der Bereitstellung biogener Rohstoffe zur (Holz für Bau- und Einrichtungszwecke, für Papier- und Zellstoffe, Ackerfrüchte für die Erzeugung chemisch-technischer Grundprodukte wie Stärke, Öle, Fasern) limitierende Faktoren dar.

Vom Blickwinkel der ökologischen Konsistenz her gesehen sind jene erneuerbaren Energieformen, die ohne Verbrennungsvorgänge genutzt werden, ohne Zweifel als besonders vorteilhaft einzustufen. Weniger eindeutig ist dies bei der energetischen Nutzung der Biomasse in Feuerungsanlagen der Fall, wo vor allen die Formen der festen Biomasse (Holz, Stroh, Energiegräser) wegen ihrer erhöhten Stickoxide- und Staubemissionen umwelttechnisch gefordert sind.

Fazit

Angesichts der durch das anhaltende Bevölkerungswachstum und die weltwirtschaftliche Entwicklung massiv zunehmenden Ansprüche an die Ressourcenkapazität und die ökologische Pufferleistung der natürlichen Umwelt erscheint das Ziel einer nachhaltigen Umweltnutzung derzeit noch in weiter Ferne. Auf der anderen Seite würden die vorhandenen technischen Möglichkeiten es aber durchaus ermöglichen und auch realistisch erscheinen lassen, zumindest die Mehrbelastungen, die aus dieser Anspruchsdynamik entstehen, weitgehend abzufedern und so die Umweltsituation insgesamt zumindest nicht signifikant schlechter werden zu lassen. Gefordert sind dabei alle Ebenen des politischen Handelns: Internationale Institutionen (Stichwort UNO) und kontinentale Staatenverbände (Stichwort EU), ebenso wie die einzelnen Staaten und Regionen und ganz besonders die Vielzahl der Entscheidungsträger in der Wirtschaft und den Privathaushalten, deren individuelle Investitions- und Nutzungsentscheidungen in ihrer Gesamtheit das ökologische Ergebnis letztlich entscheidend prägen.

Quellen

- (1) Lazlo, E.: Macroshift. Die Herausforderung. (Insel Verlag) Frankfurt a. M./Leipzig 2003
- (2) Hammer, M. et al.: Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit. Thema des Monats 5/2006 unter <http://www.nachhaltigkeit.at/reportagen.php3?id=2&print=1> (25.07.2006)
- (3) World Watch Institute (ed.): State of the World 2006, (W.W. Norton & Company), London/New York 2006
- (4) Gerling, P. et al.: Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen 2004, (Kurzstudie der Bundesanstalt f. Geowissenschaften und Rohstoffe9, Hannover 2004
- (5) Dosch, K.: Zukunftsmarkt Ressourceneffizienz – vom Wert der Praxis. (Unterlage zum Vortrag im Rahmen des öö. Umweltkongresses 2005 am 18./19. Oktober 2005)
- (6) WWF: Nachhaltige Meeresfischerei; http://www.wwf.de/imperia/md/content/projektblaetter/Projektblatt_Fischerei_0412pdf, (27.07.2006)
- (7) World Watch Institute, (Hrsg.): Zur Lage der Welt 2004: Die Welt des Konsums. (Deutsche Erstausgabe), Münster 2004
- (8) www.spiegel.de/wissenschaft/erde/0,1518,414080,00html; (27.07.2006)
- (9) Europäische Umweltagentur: Die Umwelt in Europa - Zustand und Ausblick 2005; http://www.reports.eea.europa.eu/state_of_environment-report_2005_1/eu/soer_files/DE-summary.pdf (25.07.2006)
- (10) Vorholz, F.: Der geplünderte Planet. (aus “Die Zeit“ – Wirtschaft); http://zeus.zeit.de/text/2001/29/200129_weltlage.xml (03.01.2006)
- (11) WCED; Our Common Future. Report on the World Commission on Environment and Development. Oxford 1987
- (12) Priewasser, R.: Das Konzept der Nachhaltigkeit und seine Anwendung in den Bereichen Energienutzung und räumliche Mobilität. (Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften), Frankfurt a. M. 2003
- (13) EurActiv: Zukunft der Energieversorgung; <http://www.euractiv.com/Article?tcmuri=tcm:31-147124-16&type=News>, (03.01.2006)
- (14) Europäische Umweltagentur: Europa kann seine Emissionen verringern. http://org.de.eea.eu.int/documents/newsreleases/ghg_report2005-de; (02.01.2006)
- (15) Umweltauswahlamt (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. (Erich Schmidt Verlag), Berlin 2002
- (16) European Environment Agency: CSI 001 Specification – Emissions of acidifying substances; http://themes.eea.eu.int/IMS/ISpecs/ISpecification20041001122413/guide_summary_.. (2.01.2006)

- (17) DNR: UN-Protokolle zur Luftreinhaltung in Kraft. EU-Rundschreiben 06.05
- (18) Oberndorfer, U.: Umwelt- und Energiestrategien in China. In *Ökologisches Wirtschaften*, Nr.4/2005; S. 10-11.
- (19) Bruns, K./Homlong, N.: *Wirtschaftspartner China*. (Orac), Wien 2006
- (20) Schönwiese Ch.-D.: *Weltweiter Klimawandel – Welche Rolle spielt der Mensch?*; www.aachener-stiftung.de/downloads/Schoenwiese-Aachen.pdf (23.05.2003)
- (21) IEA: *Energy to 2050 - Scenario for a Sustainable Future*. Paris 2003
- (22) Limbers, J.: *Weltwirtschaft auf Erholungskurs*. In: *Prognos trendletter*, Nr.1/2004
- (23) TUI AG: *Aktienanalyse / News / Ad hoc*; <http://aktien.onvista.de/news-filter.html> (05.01.2006)
- (24) Kommission der Europäischen Gemeinschaften: *Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament: Thematische Strategie zur Luftreinhaltung*. (KOM(2005) 446 endgültig; 21.9.2005)
- (25) Lars Müller: *Die EU als Motor für den globalen Klimaschutz*. (Unterlage zum Vortrag im Rahmen des öö. Umweltkongresses 4/6.September 2006)
- (26) Kleinhüchelkotten, S.: *Suffizienz und Lebensstile. Ansätze für eine milieuorientierte Nachhaltigkeitskommunikation*. (BWV-Berliner Wissenschafts-Verlag), Berlin 2005
- (27) Scherhorn,G./Reisch, L.: *Ich wär so gern ein Zeitmillionär. Güterwohlstand und Zeitwohlstand*. In: *Politische Ökologie*, Jg. 1999, Nr. 57/58, S. 52-56.
- (28) Weizsäcker, E. U. v. et al.: *Faktor vier. Der neue Bericht an den Club of Rome*. München 1995
- (29) Schmidt-Bleek, F.: *Das MIPS-Konzept – Faktor 10*. München 1998
- (30) Huber, J.: *Weltumweltpolitik zwischen Ökologie und Ökonomie*. In: *Globalisierung und soziale Herausforderungen am Ende des 20. Jahrhunderts*. (Hrsg. von G. Schmidt und R. Trinczek). Baden-Baden 1999, S. 193-212.
- (31) Suzuki, M.: *Zero Emissions: Ein Konzept des 21. Jahrhunderts*. United Nations University – Zero Emissions Forum, ZEF-DE-2001-01-D
- (32) ZERiA-Zero Emission Research in Austria: <http://zeria.tugraz.at/index.php3?lang=de&sel=01ZERiA> (26.07.2006)
- (33) Schnitzer et al.: *ZERIA – Zero Emissions Research in Austria I und II. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 1/2000 und 2003*
- (34) BMVIT (Hrsg.): *Industrielle Schritte in Richtung Zero Emissions (Forschungsforum 3/2004)*
- (35) Paech, N.: *Nachhaltiges Wirtschaften jenseits von Innovationsorientierung und Wachstum? Eine unternehmensbezogene Transformationstheorie*. Marburg 2005
- (36) ESSO- Deutschland: *Zukunft sichern – Energie sparen: Energieprognose 2000*
- (37) Brüggemann, D./Obermeier A.: *Unsere Energieversorgung – Fakten von heute, Perspektiven für morgen*, Vortrag im Rahmen des Bayreuther Forums Kirche und Universität am 15.November. 2003
- (38) Siehe dazu eine Zusammenstellung verschiedener Prognose-Szenarien bei Reiche, D.: *Grundlagen der Energiepolitik*. (Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften), Frankfurt a. M. 2005
- (39) Scheer, H.: *Energieautonomie. Eine neue Politik für erneuerbare Energien* (Kunstmann), München 2005
- (40) Morris, C.: *Zukunftsenergien. Die Wende zum nachhaltigen Energiesystem*, Hannover 2005