

## 7. Substituierbarkeit versus Komplementarität von Umweltgütern

Dipl.-Vw. Klaus Löbbe

### 1. Vorbemerkungen

Seit Mitte der achtziger Jahre ist unter dem Schlagwort des "Sustainable Development" die Debatte um die Vereinbarkeit von wirtschaftlichem Wachstum einerseits, Schonung der natürlichen Lebensgrundlagen andererseits wieder erkennbar belebt worden<sup>57</sup>. Eines der zentralen Themen in dieser Debatte ist die Frage, ob und inwieweit einzelne Umweltgüter durch andere (Umwelt)güter substituierbar sind, d.h. einander ersetzen können - oder aber ob sie in einem eher komplementären (limitationalen) Verhältnis zueinander stehen. Konkret gesprochen: Ist es z.B. möglich, erschöpfbare Ressourcen durch erneuerbare, nachwachsende Rohstoffe zu ersetzen? Oder muß vielmehr im Interesse nachfolgender Generationen der Ge- und Verbrauch natürlicher Ressourcen begrenzt, langfristig sogar zurückgeführt werden - auch um den Preis einer Verlangsamung des wirtschaftlichen Wachstums? Und schließlich: Inwieweit können Investitionen in den Sach- und Humankapitalbestand zur Einsparung von Ressourcen beitragen, ist mit anderen Worten "künstliches" Kapital ein (mehr oder weniger vollkommenes) Substitut für natürliches Kapital?

Eine objektive Beantwortung dieser Fragen ist kaum möglich, da stets weitreichende Bewertungen und Güterabwägungen in das Urteil einfließen werden, so etwa über das Verhältnis gegenwärtiger und zukünftiger Nutzungen, über die Frage, welche Risiken hinnehmbar sind und welche Bedeutung bzw. Rangordnung ökologischen, ökonomischen und sozialen Ziele beizumessen ist. Diese Probleme können hier nur angedeutet, nicht aber ausdiskutiert werden. Im Mittelpunkt dieses Beitrags steht vielmehr der Versuch, erste Anhaltspunkte für mögliche Substitutionspotentiale bzw. Komplementaritäten bei verschiedenen Umweltgütern zu erarbeiten, und dies aus der Perspektive eines relativ eng begrenzten Raumes (eines Bundeslandes). Grundlage hierfür sind die Vorarbeiten und

---

<sup>57</sup> Die Frage ist im Grunde schon bei den Klassikern der Nationalökonomie angelegt, geriet zu Beginn der siebziger Jahre durch die Arbeiten des Club of Rome erstmals in die öffentliche Diskussion und beherrscht spätestens seit Vorlage des sog. Brundtland-Report die wissenschaftliche Diskussion und die praktische (Umwelt)politik. Vgl. D. Meadows et al., Die Grenzen des Wachstums. Reinbek 1973 und World Commission on Environment (Ed.), Our Common Future (Brundtland-Report). Oxford and New York 1987. Weltweite Aktualität erhielt das Thema durch die 1992 in Rio veranstaltete UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung.

Publikationen der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg<sup>58</sup> und die Ergebnisse eines von der Akademie im Juli 1995 veranstalteten Workshop, in dem die bisherigen Erkenntnisse präsentiert und spezielle Umsetzungsprobleme diskutiert wurden<sup>59</sup>.

Der vorliegende Beitrag stellt zunächst die zentralen Begriffe Substituierbarkeit und Komplementarität kurz vor (Abschnitt 2) und versucht am Beispiel von zwei konkurrierenden Leitbildern die Spannweite des Konzepts der nachhaltige Entwicklung zu verdeutlichen; hieran schließen sich einige allgemeine Bemerkungen zum Konzept der Akademie für Technikfolgenabschätzung an (Abschnitt 3).

## 2. Substituierbarkeit und Komplementarität

Es ist eine der wesentlichen Leistungen der Umweltökonomie und - in besonderem Maße - der ökologischen Ökonomie, daran erinnert zu haben, daß die gesellschaftliche Wohlfahrt nicht nur vom künstlichen Realkapitalstock, sondern auch vom Naturvermögen abhängig ist<sup>60</sup>. Die Natur stellt in Form von Energie und (nachwachsenden) Rohstoffen unmittelbar konsumreife Güter bereit; darüber hinaus steigert ihr Einsatz im Produktionsprozeß die Produktivität des künstlichen Produktionssystems. Dabei sind für den Menschen vier Funktionen der Natur besonders bedeutsam<sup>61</sup>:

- Die Bereitstellung endlicher und erneuerbarer Ressourcen als Inputfaktoren für die Produktion (im Sinne eines Durchflußwachstums),
- die Aufnahme und Assimilation von Emissionen und Abfällen,
- die direkte Beeinflussung des menschlichen Wohlbefindens (Landschaftserlebnis),
- die generelle Ökosystemfunktion (Gewährleistung klimatischer oder ökologischer Kreisläufe).

---

<sup>58</sup> Vgl. Renn, O., Ein regionales Konzept qualitativen Wachstums. Pilotstudie für das Land Baden-Württemberg. (Arbeitsbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg.) 2. Aufl., Stuttgart 1994 sowie G. Pfister und O. Renn, Ein Indikatorensystem zur Messung einer nachhaltigen Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart 1995.

<sup>59</sup> In die vorliegende Arbeit gehen insbesondere die Ergebnisse eines Arbeitskreises ein, der sich im Rahmen dieses Workshop mit der Komplementarität bzw. Substituierbarkeit von Umweltgütern befaßte. Für Mängel in der Darstellung der Ergebnisse ist allein der Verfasser verantwortlich.

<sup>60</sup> Vgl. dazu N. Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge 191, R. Constanza (Ed.), *Ecological Economics - The Science and Management of Sustainability*. New York 1991, U. Hampicke, *Ökologische Ökonomie*. In: M. Junkernheinrich, P. Klemmer und G.R. Wagner, *Handbuch zur Umweltökonomie*. (Handbücher zur angewandten Umweltforschung, Bd. 2.) Berlin 1995, S. 133ff.

<sup>61</sup> Vgl. P. Klemmer, *Die wirtschafts- und gesellschaftspolitische Perspektive*. In: G. Voss (Hrsg.), *Sustainable Development - Leitziel auf dem Weg in das 21. Jahrhundert*. (Kölner Texte und Thesen, Heft 17.) Köln 1994, S. 35.

Zwischen dem Naturvermögen und dem künstlichen Realkapital bestehen wechselseitige Beziehungen; sie verhalten sich teils komplementär, teils substitutiv zueinander.

Hier sind zunächst die Komplementaritäten zu betrachten, wobei als komplementär solche Ressourcen gelten, die nicht (oder nur in sehr engen Grenzen) durch künstliches Kapital substituiert werden können. Soweit Komplementarität zwischen der Nutzung von künstlichem und natürlichem Kapital anzunehmen ist, kann eine nachhaltige Entwicklung nur dann gewährleistet werden, wenn zumindest das noch vorhandene Naturvermögen erhalten wird. So setzt etwa die Produktion von Zellstoff nicht nur den Einsatz von künstlichem Kapital (Fabrikanlagen) und Arbeit, sondern auch - in einem weitgehend technisch determinierten Ausmaß - den Einsatz von Rohstoffen (Holz, Energie und Wasser) voraus. Nachhaltige Entwicklung ist in diesem Fall nur möglich, wenn es sich um nachwachsende oder erneuerbare Rohstoffe handelt - und wenn die Rate, mit der diese Rohstoffe genutzt werden, geringer ist als die Rate, mit der sie nachwachsen, erneuert oder wiedergewonnen werden können.

Demgegenüber war und ist es eine der zentralen Annahmen der neoklassischen Wachstumstheorie, daß zwischen natürlichem und künstlichem Kapital weitreichende (im Prinzip unbegrenzte) Substitutionsspielräume bestehen und daß über das Ausmaß, in dem diese Substitutionsspielräume genutzt werden, die Wirtschaftssubjekte frei entscheiden können, und zwar nach Maßgabe ihrer Präferenzen bzw. technischen Gegebenheiten einerseits, der relativen Preise andererseits.

Eine umweltorientierte Betrachtung der Substitutionsmöglichkeiten muß indes unterscheiden

- die stoffliche Substitution; sie wäre dann gegeben, wenn der Ge- und Verbrauch einer Ressource in einem überschaubaren Zeitraum durch identische Stoffe ersetzt würde;
- die funktionale Substitution; sie setzt voraus, daß eine Ressource in einem überschaubaren Zeitraum in allen ihren Funktionen durch ein entsprechendes Substitut ersetzt werden könnte, wobei noch zu entscheiden wäre, ob dies hinsichtlich der ökonomischen und oder der Umweltfunktionen gilt. Probleme bei der praktischen Umsetzung dieses Begriffs ergeben sich aus der Tatsache, daß ein und dieselbe Ressource in der Regel mehrere Funktionen erfüllt, für die unterschiedliche Substitutionsspielräume anzunehmen sind<sup>62</sup>;

---

<sup>62</sup> Beispielhaft ist hier auf Rohöl hinzuweisen, das in seiner Verwendung als Energieträger offenbar leichter substituierbar ist als in der Verwendung für chemische Prozesse (Rohstoff).

- die nutzenbezogene Substitution; sie ist bereits anzunehmen, wenn die Wirtschaftssubjekte dem Substitutionsgut den gleichen Nutzen beimessen bzw. zu künftig beimessen werden. Da diese Nutzenschätzungen sich im Zeitablauf ändern, ist die Konkretisierung dieses Substitutionsbegriffs umso schwieriger, je mehr der Zeithorizont ausgeweitet wird.

Ressourcen, die weder durch erneuerbare natürliche Ressourcen noch durch künstliches Kapital ersetzt werden können, werden als essentielle Ressourcen bezeichnet. Im übrigen ist zu beachten, daß die Existenz komplementärer natürlicher Ressourcen streng genommen in Widerspruch zu der Forderung nach Komplementärinvestitionen steht<sup>63</sup>.

Eng verbunden mit der Frage der Substitution bzw. Komplementarität ist die Unterscheidung zwischen starker und schwacher Nachhaltigkeit. Starke Nachhaltigkeit ist gegeben, wenn zum einen erneuerbare Ressourcen nur in einem Maße genutzt werden, das die Regenerations- und Assimilationsfähigkeit nicht überschreitet und zum anderen erschöpfbare Ressourcen vollständig durch künstliches Kapital ersetzt werden können. Das Konzept der starken Nachhaltigkeit fordert letztlich den Verzicht auf die Nutzung erschöpfbarer Ressourcen, wenn angenommen werden muß, daß

- nur wenige Elemente des natürlichen Kapitalstocks durch künstliches Kapital substituierbar sind, also weitgehende Komplementarität von natürlichem und künstlichem Kapital vorliegt,
- der technische Fortschritt bei der Nutzung des natürlichen Kapitalstocks vernachlässigbar gering ist bzw. sein wird.

Das Konzept der schwachen Nachhaltigkeit unterstellt dagegen, daß natürliches Kapital vollständig durch künstliches Kapital substituiert werden kann. Diese Forderung ist illusionär, da jedes Produkt in irgendeiner Weise auf natürliche Vor- oder Nachleistungen (Rohstoffverbrauch, Reststoffanfall) angewiesen ist; eine nachhaltige Entwicklung in diesem Sinne wird zu rascher Erschöpfung der erschöpfbaren Ressourcen führen.

Angesichts der Tatsache, daß pauschale Aussagen über die Substitutionalität bzw. Komplementarität von natürlichen und künstlichen Ressourcen nicht möglich sind, ist jeweils zu spezifizieren, an welchen Stellen bzw. für welche Güter starke oder schwache Nachhaltigkeit vorstellbar ist.

---

<sup>63</sup> Vgl. K. Rennings, Indikatoren für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Stuttgart 1994, S. 104.

### 3. Leitbilder einer nachhaltigen Entwicklung

Spätestens mit dem Bericht der World Commission on Environment and Development hat der Begriff des Sustainable Development oder - wie der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen formuliert<sup>64</sup> - der dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung rasche Verbreitung und allgemeine Anerkennung als Leitbild einer für das Überleben der globalen Menschheit relevant angesehenen Entwicklung gefunden. Seinen Protagonisten gilt er als "Weltformel des Wirtschaftens" und als "zentraler umweltpolitischer Imperativ"<sup>65</sup>. Im Kern geht es darum, jene (wirtschaftliche) Entwicklung zu definieren, die den Bedürfnissen der heute lebenden Menschen gerecht wird, ohne die Möglichkeiten der zukünftigen Generationen zur Befriedigung ihrer Bedürfnisse zu beeinträchtigen. Damit werden die Ansprüche der heutigen Generationen, was ein gewisses Maß an materieller Wohlfahrt angeht, anerkannt: Armut ist insoweit kein unabwendbares Schicksal, das Streben der Entwicklungsländer nach einem Abbau der Einkommensdisparitäten gerechtfertigt (Postulat der intragenerativen Verteilungsgerechtigkeit<sup>66</sup>). Es wird aber auch versucht, die Grenzen des wirtschaftlichen Wachstums zu definieren; sie werden in der Erschöpfbarkeit der Umweltressourcen und in der beschränkten Fähigkeit der Biosphäre gesehen, die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten zu verarbeiten. Eine Überschreitung dieser Grenzen beeinträchtigt die Konsummöglichkeiten zukünftiger Generationen und bedeutet eine Verletzung der intergenerativen Verteilungsgerechtigkeit, wobei mit dem Verweis auf die Möglichkeiten (ability) zukünftiger Generationen allerdings eine Anpassung der Präferenzen an veränderte Technologien und Umweltsituationen bewußt offengehalten wird<sup>67</sup>.

Diese kurze Charakteristik der zentralen Anliegen belegt, dass der Begriff des Sustainable Development einen außerordentlich breiten Interpretationsspielraum läßt, der sich durch zwei in der Zielsetzung identische, in den politischen Implikationen aber grundverschiedene Umsetzungskonzepte markieren läßt:

- zum einen das sog. Drei-Säulen-Konzept einer Nachhaltigkeit, das auf eine Abwägung bzw. Optimierung der Politik im Hinblick auf die Ökologie-, Ökonomie- und Sozialverträglichkeit abzielt,
- zum anderen das Konzept einer ökologisch orientierten präventiven Umweltpolitik, das aus Gründen der Risikominimierung zu einem radikalen Umwelt- und Ressourcenschutz tendiert.

<sup>64</sup> Vgl. Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Stuttgart 1994, S. 45f.

<sup>65</sup> Vgl. P. Klemmer, S. 22.

<sup>66</sup> Zu Elementen einer Politik der Nachhaltigkeit für die Länder des Südens vgl. R. Kurz, Nachhaltige Entwicklung und Nord-Süd-Problematik. "WSI-Mitteilungen", Köln, 48. Jg. (1995), S. 272-277.

### 3.1. Das Drei-Säulen-Konzept

Eine Mehrheit der UmweltökonomInnen interpretiert das Postulat der nachhaltigen Entwicklung als "das Zulassen jener längerfristigen Wirtschaftsentwicklung (als Grundlage menschlicher Bedürfnisbefriedigung), die bestimmten normativen Nebenbedingungen Rechnung trägt, als ... Maximierung der gesellschaftlichen Nettowohlfahrt über mehrerer Generationen hinweg unter Einhaltung von Nachhaltigkeitsbedingungen"<sup>68</sup>. Dabei bleibt allerdings in der Regel offen,

- welche zeitlichen Vorstellungen sich mit der Formulierung "mehrere Generationen" verbinden: Erwünscht scheint eine Perspektive über Jahrhunderte hinweg, überschaubar und praktikabel bestenfalls eine Zeitspanne von 50 bis 100 Jahren<sup>69</sup>;
- für welche räumlichen Dimensionen der Optimierungsansatz gelten soll: Je kleiner die regionale Einheit, desto schneller werden regionale Entwicklungsgrenzen sichtbar. Unklar ist last but not least - aber auch,
- was unter "längerfristiger Wirtschaftsentwicklung" konkret zu verstehen ist. Einigkeit scheint hier nur in der Ablehnung Sozialprodukt bzw. des Volkseinkommens im Sinne der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen zu bestehen.

Ausgangspunkt dieser Kritik am traditionellen Wachstumsbegriff ist, daß auf die enge Komplementarität von Wirtschaftswachstum und Umweltbeanspruchung verwiesen wird<sup>70</sup>

---

<sup>67</sup> Vgl. World Commission on Environment, S. 8.

<sup>68</sup> Vgl. P. Klemmer, S. 26 unter Verweis auf D.W. Pearce and R.K. Turner, *Economics of Natural Resources and the Environment*. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen letztlich auch die Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages und der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Vgl. Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages (Hrsg.), *Die Industriegesellschaft gestalten. Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen*. Bonn 1994, S. 54ff. und Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (Hrsg.), *Umweltgutachten 1994*, S. 45.

<sup>69</sup> In diesem Zusammenhang wird auch der ggfs. anzulegende Diskontsatz kontrovers diskutiert. Vertreter einer präventiven Umweltpolitik lehnen die daraus resultierende Höhererschätzung gegenwärtiger gegenüber zukünftigen Bedürfnissen konsequenterweise ab (vgl. dazu Abschnitt 2.2. und V. Radke, *Nachhaltige Entwicklung - Ökonomische Implikationen*. "Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik", Stuttgart, Bd. 214 (1995), S. 288ff.).

<sup>70</sup> Vgl. dazu E.J. Mishan, *The Cost of Economic Growth*. London 1967; C. Leipert, *Unzulänglichkeiten des Sozialprodukts in seiner Eigenschaft als Wohlstandsmaß*. (Schriften zur Angewandten Wirtschaftsforschung, Bd. 34.) Tübingen 1975; derselbe, *Die heimlichen Kosten des Fortschritts. Wie die Umweltzerstörung das Wirtschaftswachstum fördert*. Frankfurt 1989; C. Leipert and U.E., Simonis, *Environmental Damage - Environmental Protection Expenditure. Statistical Evidence on the Federal Republic of Germany*. WZB, FS II 90-403; H.E. Daly, *From Empty-World to Full-World Economics: Recognizing an Historical Turning Point in Economic Development*. Building on Brundland. (The World Bank, Environment Paper No. 46.) Washington 1991, S. 18-26; Statistisches Bundesamt (Hrsg.), *Nachhaltiges Einkommen. Gedanken zur Naturbewertung in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung*. (Bearbeiter: W. Radermacher.) "Wirtschaft und Statistik", Stuttgart 1993, S. 332ff. Zu einem Überblick über die Diskussion vgl. auch M. Junkernheinrich, M. und P. Klemmer (Hrsg.), *Ökologie und Wirtschaftswachstum. Zu den ökologischen und sozialen Folgekosten des Wirtschaftens*. Berlin 1990 (Sonderheft

und an seine Stelle ein Entwicklungsbegriff - eben jener der nachhaltigen Entwicklung - gesetzt wird. Wachstum wird als rein quantitative Vergrößerung der Güterproduktion bzw. des volkswirtschaftlichen Produktionspotentials bei weitgehend konstanten Strukturen gesehen, Entwicklung aber als qualitative Verbesserung des Güterangebots verstanden. Dabei wird freilich vernachlässigt, daß sich letztlich jedes Wachstum mit Bedarfs-, Preis-, Verfahrens- und Strukturänderungen verbindet und so eine qualitative Komponente besitzt<sup>71</sup> und daß sich die "traditionelle" Nationalökonomie der Grenzen des Sozialproduktkonzepts, was die Eignung als Wohlfahrtsmaß angeht, sehr wohl bewußt ist<sup>72</sup>. Auch spricht zunächst nichts dagegen, den Wohlfahrtsbegriff weiter zu fassen und zusätzlich die Ausstattung mit Infrastruktur, Versorgungs- und Verteilungsindikatoren sowie Indikatoren für Bildung, Gesundheit, Freiheitsrechte oder eben die Umweltqualität einzubeziehen<sup>73</sup>. Wachstum bzw. Entwicklung wäre dann eine Leerformel bzw. ein Vektor wünschenswerter wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Ziele, der durch die Gesellschaft ausgefüllt werden muß. Allerdings sollte man sich dann der schwer lösbaren Gewichtungprobleme bewußt sein, die bei dem Versuch auftreten werden, diesen Vektor zu einer einzigen Größe zusammenzufassen. Darüber hinaus wäre es aus der Sicht des (hier diskutierten) Sustainable Development-Ansatzes inkonsequent, die Erhaltung der Umweltfunktionen in den Entwicklungsindex zu integrieren, zugleich aber den Schutz eben dieser Umwelt als Nebenbedingung und limitierende Größe der Entwicklung zu formulieren.

Die eigentlichen Probleme bei der Konkretisierung dessen, was als Sustainable Development bezeichnet werden soll, ergeben sich indessen bei der Frage, welche Nutzungsformen und -intensitäten des natürlichen Kapitals - insgesamt und in Relation zum "künstlichen" Kapital zugelassen werden sollen. Damit ist das Problem der Substituierbarkeit bzw. Komplementarität von natürlichen und künstlichen Ressourcen angesprochen.

Ausgangspunkt ist die Vorstellung, daß jede Gesellschaft, die ihr langfristiges Überleben sichern will, eine Übereinkunft treffen muß über<sup>74</sup>

- das zu erhaltende oder auszubauende Handlungsvermögen, d.h. die Summe aller verfügbaren Kapitalbestände im weitesten Sinne, ihre Einstellungen und

---

2/90 der "Zeitschrift für angewandte Umweltforschung".)

<sup>71</sup> Vgl. P. Klemmer, S. 28.

<sup>72</sup> Vgl. dazu U.P. Reich und C. Stahmer (Hrsg.), Gesamtwirtschaftliche Wohlfahrtsmessung und Umweltqualität. Beiträge zur Weiterentwicklung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. Frankfurt und New York 1983 und R. Graskamp et al., Umweltschutz, Strukturwandel und Wirtschaftswachstum. (Untersuchungen des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung, Heft 4.) Essen 1991, S. 46f.

<sup>73</sup> Vgl. dazu D.W. Pearce, E. Barbier and A. Markandya, Sustainable Development - Economics and Environment in the Third World. Brookfield 1990, S. 2.

<sup>74</sup> Vgl. zum nachfolgenden P. Klemmer, S. 32ff.

- Verhaltensweisen und ihre institutionellen Vermögen;
- eine Verteilungsregel, nach der die Interessen gegenwärtiger und künftiger Generationen, aber auch die Belange der nichtmenschlichen Lebewesen abgewogen werden sollen.

Zu den verfügbaren Kapitalbeständen gehören dabei das von Menschen produzierte Sachanlagevermögen (anthropogen-technisches bzw. künstliches Kapital), die Summe aller akkumulierten Fähigkeiten und Kenntnisse (Humankapital) und das sog. natürliche Realkapital. Sie alle wirken bei jedem Produktions- und Konsumakt zusammen; neben der klassischen bzw. neoklassischen Produktionsfunktion, in die die Faktoren Arbeit und Kapital eingehen, ist die "Produktionsfunktion" des Öko-Realkapitals zu berücksichtigen (vgl. auch die eingangs erwähnten vier Funktionen des natürlichen Kapitals)<sup>75</sup>. Berücksichtigt man, daß die natürlichen Ressourcen nur begrenzt nutzbar, d.h. erschöpfbar und/oder nur über längere Zeiträume hinweg regenerierbar sind, dann setzt Sustainable Development eine Festlegung voraus über

- die Erfassung und Bewertung der Kapitalbestände (einschließlich der Ab- und Zugänge durch Verbrauch bzw. Verschleiß und Investition bzw. Rückgewinnung und Assimilation);
- die zulässige Nutzung dieser Kapitalbestände. Dieses Problem ist umso gravierender, je mehr Komplementaritäten zwischen den einzelnen Kapitalformen, insbesondere zwischen dem natürlichen und den anthropogen-technischen Kapitalbeständen bestehen. Im Extremfall vollständiger Komplementarität ist die Konstanz des (noch vorhandenen) Naturvermögens zu fordern.

Das Handlungsvermögen einer Gesellschaft umfaßt aber, wie erwähnt, auch die menschlichen Einstellungen und Verhaltensweisen sowie das sog. institutionelle Vermögen. Auch diese Komponenten des Handlungsvermögens können geschmälert und so zum limitierenden Faktor der Entwicklung werden; Erhalt und ihre Erweiterung können zum Sustainable Development beitragen. Hier geht es einmal um die begrenzte gesellschaftliche Anpassungs- und Lernfähigkeit, die langfristig der Nachhaltigkeit im Wege stehen kann, vor allem dann, wenn sich die Umsetzung von Nachhaltigkeitsbedingungen mit negativen Einkommens- und Verteilungseffekten verbindet (wie etwa im Fall einer ökologisch motivierten Steuererhöhung). Regeln und Verfahren, die die Akzeptanz für wirtschafts- und umweltpolitische Maßnahmen erhöhen, dienen insoweit der Nachhaltigkeit.

Ähnliches gilt auch für die Ausgestaltung des institutionellen Rahmens, der dritten

---

<sup>75</sup> Vgl. dazu u.a. D.W. Pearce, Economics, Equity, and Sustainable Development. "Futures", vol. 20 (1988), S. 599ff oder P.A. Victor, Indicators of Sustainable Development: Some Lessons from Capital



Komponente des gesellschaftlichen Handlungsvermögens. Im Rahmen eines marktwirtschaftlichen Systems wird dieses Handlungsvermögen umso eher bewahrt<sup>76</sup>,

- je weniger die unternehmerischen Handlungsspielräume eingeschränkt werden. Dies betrifft u.a. die erforderlichen Produktions-, Technik- oder Inputentscheidungen oder die Reihenfolge, in der Anpassungen an einzelnen Quellen erfolgen;
- je mehr unternehmensexterne Austauschprozesse ermöglicht werden. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, daß umweltpolitisch gebotene Anpassungen dort erfolgen, wo dies zu geringsten (volkswirtschaftlichen) Kosten möglich ist;
- je unmittelbarer die Gewinn- und Liquiditätseffekte bei den Wirtschaftssubjekten spürbar werden. Umweltschädigendes Verhalten soll durch finanzielle Lasten "bestraft", Wohlverhalten durch höhere Erlöse "belohnt" werden;
- je vorhersehbarer die Umweltpolitik ist. Langfristige, in den Produktionsprozeß integrierte Maßnahmen zum Schutz der Umwelt werden so erleichtert, kurzfristige (d.h. in der Regel additive) Reaktionsweisen werden vermieden.

### **3.2. Das Konzept einer ökologisch orientierten präventiven Umweltpolitik**

In deutlichem Gegensatz zu dem als Drei-Säulen-Modell bezeichneten Konzept, das eine Abwägung ökologischer, ökonomischer und sozialer Ziele vornehmen will, steht im Konzept der ökologisch orientierten präventiven Umweltpolitik der Schutz der Ökosysteme und die Minimierung der von menschlichen Aktivitäten ausgehenden Risiken im Vordergrund. Es wird darauf verwiesen, daß die Natur nur eine begrenzte Pufferkapazität für anthropogen induzierte Störungen des ökologischen Gleichgewichts habe. Langfristige Vorhersagen zur Entwicklung der Ökosysteme seien nicht möglich, kumulative Effekte und sprunghafte Veränderungen nicht ausgeschlossen. Nachhaltigkeit bedeutet in diesem Konzept vor allem den Erhalt bzw. die Wiederherstellung der generellen Ökosystemfunktion der Natur und der Selbstorganisations- und Selbsterhaltungskraft der Biosphäre.

Dieses Ziel kann - so die Argumentation - nur durch eine konsequente Reduktion aller Stoff- und Materialströme erreicht werden. Der absolute Vorrang des Sicherungsanliegen verbietet

---

Theory. "Ecological Economics", vol. 4 (1991), S. 201ff.

<sup>76</sup> Vgl. dazu P. Klemmer, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit. In: Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit. Grenzen der Belastbarkeit von Unternehmen. (Wirtschaftspolitische Kolloquien der Adolf-Weber-Stiftung.) Berlin 1990. Zu einem Konzept der ökologisch-sozialen Marktwirtschaft vgl. A. Brenck, Moderne umweltpolitische Konzepte: Sustainable Development und ökologisch-soziale Marktwirtschaft.

es, den heutigen oder den zukünftigen Generationen zusätzliche Umweltnutzungsrechte einzuräumen. Die Ressourcenproduktivität müsse um ein Mehrfaches erhöht bzw. die Materialintensität auf einen Bruchteil des heutigen Wertes gesenkt werden<sup>77</sup>. Eine Dematerialisierung des Wirtschaftens und ein ökologischer Strukturwandel seien erforderlich<sup>78</sup>, wobei zur Umsetzung neben einer ökologischen Steuerreform auch weitreichende Maßnahmen der Stoffpolitik vorgeschlagen werden.

#### **4. Komplementarität und Substituierbarkeit im Nachhaltigkeitskonzept der Akademie für Technikfolgenabschätzung**

##### **4.1. Grundsatzpositionen**

Das von der Akademie für Technikfolgenabschätzung 1994 erstmals veröffentlichte und in mehreren Arbeitspapieren weiterentwickelte Nachhaltigkeitskonzept

- verlangt den Erhalt nicht substituierbarer Güter des natürlichen Kapitalstocks, womit es insoweit der Forderung nach starker Nachhaltigkeit entspricht<sup>79</sup>,
- nimmt die begrenzte Substituierbarkeit von natürlichem durch künstliches Kapital unter Vorgabe der Nutzenäquivalenz an - was (von nicht substituierbaren Gütern abgesehen) auf ein eher schwaches Nachhaltigkeitskonzept hinausläuft. Zur Konkretisierung dieser sehr abstrakt formulierten Norm muß auf die weiteren Überlegungen verwiesen werden (Abschnitt 4.2. und 4.3.);
- fordert den Erhalt der Produktivität und der Regenerationsfähigkeit der Umweltmedien, die zum Lebenserhalt und zur Lebensqualität beitragen,
- formuliert nicht nur Kriterien für die wirtschaftlichen Aktivitäten innerhalb des eigenen Wirtschaftsraumes, sondern auch für die Außenbeziehungen des Landes Baden-Württemberg<sup>80</sup>.

Im Hinblick auf die im Rahmen dieses Beitrages relevanten Fragen geht das Konzept von

---

"Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht", Frankfurt a.M., Jg. 15 (1992), S. 379-413.

<sup>77</sup> Vgl. dazu Schmidt-Bleek, F., *Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS - Das Maß für ökologisches Wirtschaften*. Basel 1994, E.U. v. Weizsäcker (Hrsg.), *Umweltstandort Deutschland - Argumente gegen die ökologische Phantasielosigkeit*. (Wuppertal Paperbacks.) Berlin u.a. 1994.

<sup>78</sup> Vgl. dazu F. Hinterberger, M.J. Welfens u.a., *Ökologischer Strukturwandel. Wirtschaftswissenschaftlicher Forschungsbedarf für eine zukunftsfähige Entwicklung*. (Wuppertal Papers Nr. 6.) Wuppertal 1993.

<sup>79</sup> Vgl. G. Pfister und O. Renn, S. 7.

<sup>80</sup> Vgl. dazu ausführlich G. Pfister, *Regionalisierung einer Nachhaltigkeitspolitik*. Unveröff. Ms., Stuttgart 1995.

weitreichenden Annahmen aus<sup>81</sup>. So werden angenommen

- eine anthropozentrische, aber nicht rein utilitaristische Naturkonzeption. In Übereinstimmung mit der Mehrheit der UmweltökonomInnen wird damit ein Eingriff der Natur abgelehnt, aber die Schutzwürdigkeit der natürlichen Lebensgrundlagen der Menschen in einem breiten Ansatz gewährleistet;
- die relative Konstanz der objektiven Bedingungen zur Befriedigung menschlicher Grundbedürfnisse über die Zeit. Dies schließt die Änderung der Konsumstrukturen über die Zeit nicht aus, führt aber doch zu einem gewissen Beharrungsvermögen der Präferenzen,
- eine Diskontrate größer als Null bei erschöpfbaren, gegen Null bei erneuerbaren Ressourcen.

#### 4.2. Nutzungsregeln

Zur weiteren Umsetzung ihres Konzepts greift die Akademie für Technikfolgenabschätzung auf sog. Nutzungs- bzw. Management-Regeln zurück, die z.T. Werturteile enthalten und als Gebote für den zukünftigen Umgang mit natürlichen Ressourcen zu verstehen sind. Im Mittelpunkt stehen vier Nutzungsregeln<sup>82</sup>:

*(1) Der Verbrauch natürlichen Kapitals muß durch Erhöhung des künstlichen Kapitalstocks ausgeglichen werden (verallgemeinerte Hartwick-Regel).*

Nach dieser Nutzungsregel kann eine intertemporale Gerechtigkeit bei der Verteilung erschöpfbarer Ressourcen formal dadurch erreicht werden, daß die Renten aus ihrem Abbau in Form von reproduzierbarem Kapital re-investiert werden, d.h. erschöpfbare Ressourcen im Zeitablauf durch Realkapital ersetzt werden. Anders ausgedrückt: Jeder Verzehr von Umweltkapital soll durch entsprechende Nettoinvestitionen in das künstliche Kapital wieder ausgeglichen werden. In der Regel wird dies auch zu einer Steigerung der Ressourcenproduktivität führen.

Die Hartwick-Regel ergänzt die Hotelling-Regel für die nutzenmaximierende zeitliche Verteilung des Abbaus erschöpfbarer Ressourcen, nach der auf einem vollkommenen Markt

<sup>81</sup> Vgl. hierzu auch O. Renn, Einleitungsreferat zum Workshop der Akademie für Technikfolgenabschätzung vom 10./11. Juli 1995.

<sup>82</sup> Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen hat in seinem Jahresgutachten 1994 als weitere Regel verlangt, daß Gefahren und unvermeidbare Risiken für die menschliche Gesundheit durch anthropogene Einwirkungen zu vermeiden sind. (Anwendung des Vorsorgeprinzips auf den Schutz der menschlichen Ge-

der Preis der Ressource mit dem Zinssatz wachsen muß: Steigen die Preise schneller als der Zinssatz, werden Anreize geschaffen, den Ressourcenabbau in die Zukunft zu verlagern. Da Ressourcen nicht verzinst werden, ist der zukünftige Abbau attraktiver als der heutige Verbrauch, da dessen Erträge allenfalls zum herrschenden Zinssatz angelegt werden könnten<sup>83</sup>.

Die kritischen Einwände gegen diese Regel liegen nach dem bisher Gesagten auf der Hand:

- Es werden relativ weit definierte Substitutionsspielräume angenommen. Die Realitätsnähe dieser Annahme kann a priori nicht geprüft werden;
- es wird angenommen, daß die heutigen Substitutionsspielräume auch in Zukunft gelten. Technologische Entwicklungen und veränderte Verhaltensmuster können die Substitutionsrate erhöhen, aber auch senken - mit dem Ergebnis, daß zuviel, aber auch, daß zuwenig künstliches Kapital geschaffen wird;
- die Annahme, daß die heutigen relativen Preise die (gegenwärtigen und/oder zukünftigen) relativen Knappheiten der Ressourcen widerspiegeln, ist nur bei Vorliegen ganz bestimmter Marktformen und -strukturen gerechtfertigt;
- es wird unterstellt, daß der heutige Bestand an natürlichem und künstlichem Kapital als optimal angesehen werden können. Dieser Einwand dürfte insbesondere unter regionalen Aspekten von Bedeutung sein<sup>84</sup>;
- die Bildung künstlichen Kapitals ist in der Regel selbst wieder mit dem Verbrauch natürlichen Kapitals verbunden.

Als vorläufiges Fazit bleibt festzustellen, daß die erste Nutzungsregel und das Konzept des natürlichen Kapitalstocks zwar sind hilfreich sind, wenn es gilt, die Forderung nach intergenerativer Verteilung von Ressourcen zu begründen. In der vorliegenden Form ist das Konzept aber zu abstrakt, um Empfehlungen für politisches Handeln zu liefern; darüber hinaus versagt es, wenn Fragen der intragenerativen Verteilung zu beurteilen sind.

*2. Der Verbrauch bzw. die Abbaurate erneuerbarer Ressourcen darf deren Regeneration(srate) nicht übersteigen und die Reststoffmengen bzw. die Emissionen dürfen die Assimilationskapazität nicht übersteigen.*

---

sundheit). Vgl. Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, S. 77.

<sup>83</sup> Vgl. dazu K. Rennings, S. 51.

<sup>84</sup> So bestehen in einigen Regionen der Bundesrepublik Deutschland durchaus Defizite in der Versorgung mit Grund- und Oberflächenwasser, in anderen Regionen (und in der Bundesrepublik Deutschland insgesamt) dagegen eher Überschüsse. Dies kann zu Überinvestitionen in künstliches Kapital (Gewinnungs- und Rückhaltekapazitäten) auch in den gut versorgten Regionen und damit zu gesamtwirtschaftlichen Ineffizienzen führen.

Begründet wird diese Regel mit dem Hinweis, daß nur auf diese Weise das natürliche Kapital erhalten bliebe, wobei es im ersten Teil der Regel um die Ressourcenbereitstellung, im zweiten Teil um die Tragkapazität der Umwelt geht. Ist die Bedingung verletzt, so ist entweder die Nutzungsrate zu senken oder die Regenerationsrate zu steigern. Letzteres darf die Verwundbarkeit des Systems nicht erhöhen<sup>85</sup>.

Bei der praktischen Umsetzung dieser Regel sind (wiederum) der technische Fortschritt und die unterschiedlichen Funktionen gegebener Ressourcen in einzelnen Verwendungsarten und/oder Regionen zu berücksichtigen.

*3. Der Verbrauch bzw. der Abbau erschöpfbarer Ressourcen ist nur dann legitimierbar, wenn künftige Generationen durch den Verbrauch bzw. Abbau nicht schlechter gestellt werden. Er muß vordringlich durch den Aufbau erneuerbaren natürlichen Kapitals ausgeglichen werden (Kriterium der tatsächlichen Kompensation).*

Das Nutzungspotential erschöpfbarer Ressourcen bleibt konstant, wenn nicht mehr Ressourcen verbraucht werden, als durch Exploration oder andere Verfahren (Synthese) bzw. durch Steigerung der Ressourcenproduktivität hinzugewonnen werden kann oder durch andere (nicht-erneuerbare) Ressourcen mit dem gleichen Nutzungspotential erschlossen wird. Ist keine der drei Möglichkeiten gegeben, so ist der Verbrauch der Ressource einzuschränken.

Die Frage, ob und inwieweit die Kompensation natürlichen Kapitals durch künstliches Kapital als Folge von Komplementaritäten zwischen den Ressourcen überhaupt möglich ist, kann nicht allgemein beurteilt werden (vgl. dazu den nachfolgenden Abschnitt). Darüber hinaus sollte versucht werden, die Wirksamkeit und Effizienz bestimmter Wege zur Nutzungseinschränkung erschöpfbarer Ressourcen (Ge- und Verbote, Nutzungslizenzen, Besteuerung oder Innovationsförderung) zu bestimmen.

*4. Das Zeitmaß anthropogener Einträge bzw. Eingriffe in die Umwelt muß im ausgewogenen Verhältnis zum Zeitmaß der für das Reaktionsvermögen der Umwelt relevanten natürlichen Prozesse stehen.*

Die in der biotischen und abiotischen Natur ablaufenden Prozesse weisen erhebliche Unterschiede im Zeitprofil auf; auch darf sie nicht als statisches System begriffen werden. Die daraus resultierenden Konsequenzen sind (zumindest theoretisch) zu bedenken.

### 4.3. Nachhaltigkeitsbedingungen

Aus den vorgenannten Überlegungen und Nutzungsregeln hat die Akademie für Technikfolgenabschätzung acht Bedingungen einer nachhaltigen Entwicklung für bestimmte Umweltgüter abgeleitet. Sie sollen nachfolgend kurz vorgestellt und bewertet werden. Dabei soll vor allem geprüft werden, für welche Umweltgüter die Bedingungen jeweils Gültigkeit haben.

#### 4.3.1. Wachstum des künstlichen Kapitalstocks

Ausgehend von dem Grundgedanken, daß die Präferenzen zukünftiger Generationen unbekannt sind, kommt es darauf an, zukünftige Nutzungspotentiale zu ermöglichen, d.h. Wahlmöglichkeiten zu schaffen, die künftige Generationen in die Lage versetzen, bestimmte Erfahrungen zu sammeln und Bedürfnisse zu entwickeln. Damit ist das Wachstum des Produktionspotentials - umschrieben als Wachstum des künstlichen Kapitals - als Leitvariable festgelegt. Zusätzlich wird die Veränderung der Bevölkerungszahl berücksichtigt, um zu vermeiden, daß bei sinkenden Einwohnerzahlen das künstliche Kapital stärker steigt als unter Nachhaltigkeitsbedingungen erforderlich (et vice versa). Als erste Bedingung für eine nachhaltige Entwicklung ergibt sich daraus daß das künstliche Kapital pro Kopf wächst bzw. zumindest nicht sinkt (vgl. Kasten).

Damit wird der allgemeine Entwicklungsbegriff des Sustainable Development-Konzepts durchaus sinnfällig festgelegt: Zielgröße ist zunächst das Wachstum des realen Sachanlagevermögens, das durch Sachanlagenzugänge (Nettoinvestitionen) erhöht, durch Verschleiß bzw. Abschreibungen gemindert wird. Zur Finanzierung der Nettoinvestitionen steht - im gesamtwirtschaftlichen Kreislauf betrachtet - die Ersparnis der gleichen Periode zur Verfügung, so daß der Vorstellung des "Ansparens zugunsten zukünftiger Generationen" entsprochen wird. Darüber hinaus kann in den so normierten Entwicklungsbegriff auch die Erhöhung des Humankapitalbestandes, d.h. die Bildung von Wissen und die Einübung von Fertigkeiten einbezogen werden.

Dieses künstliche Kapital steht als anthropogen-technische Ressource zur Verfügung, um

- mögliche Nutzungsbeschränkungen des natürlichen Kapitals zu substituieren (Nutzung künstlicher "Erlebniswelten" statt Erholung in und auf Kosten der Natur; Verwendung künstlicher Werkstoffe statt erschöpfbarer Rohstoffe),
- eine Erhöhung der Effizienz natürlicher Ressourcen zu ermöglichen (vgl. dazu die nachfolgenden Bedingungen).

*Bedingung (1): Eine nachhaltige Entwicklung setzt voraus, daß das künstliche Kapital pro Kopf wächst bzw. zumindest nicht sinkt (absolut oder relativ).*

*Bedingung (2): Eine nachhaltige Entwicklung setzt voraus, daß die Ressourcenproduktivität (insgesamt oder je Kopf) steigt bzw. die Ressourcenintensität (insgesamt oder je Kopf) sinkt.*

*Bedingung (3): Eine nachhaltige Entwicklung setzt voraus, daß der Abbau erneuerbarer Ressourcen nicht höher ist als deren Regeneration bzw. Assimilation.*

*Bedingung (4): Eine nachhaltige Entwicklung setzt voraus, daß der Abbau erschöpfbarer Ressourcen in einem entsprechenden Verhältnis zu den Bestandserhöhungen an funktionsäquivalenten Ressourcen steht.*

*Bedingung (5): Eine nachhaltige Entwicklung setzt voraus, daß einem Abbau erschöpfbarer Ressourcen entweder ein Zugewinn an funktionsäquivalenten Ressourcen mittels Exploration oder technischer Innovation oder eine entsprechende Effektivitätsverbesserung in Höhe des Verbrauchs entgegensteht.*

*Bedingung (6): Eine nachhaltige Entwicklung setzt voraus, daß der Verbrauch essentieller Ressourcen absolut abnimmt (gegen Null strebt).*

*Bedingung (7): Eine nachhaltige Entwicklung setzt voraus, daß die Produktivität importierter Ressourcen (insgesamt oder je Kopf) steigt bzw. die Intensität importierter Ressourcen (insgesamt oder je Kopf) sinkt.*

*Bedingung (8): Eine nachhaltige Entwicklung setzt voraus, daß der Import essentieller Ressourcen absolut abnimmt.*

In beiden Fällen wird eine mehr oder weniger weite Substituierbarkeit von natürlichem durch künstliches Kapital unter der Annahme der Nutzenäquivalenz vorausgesetzt, wobei offen bleibt, ob diese Äquivalenz in allen Fällen gegeben ist<sup>86</sup>. Überdies ist damit zu rechnen, daß

---

<sup>86</sup> Die Teilnehmer des Workshop waren hiervon offensichtlich auch nicht immer überzeugt. Aus diesem Grunde sollen weitere Beispiele die etwas abstrakt erscheinenden "Wohlfahrtspotentiale" illustrieren. So kann die Bildung von landwirtschaftlichem Sachvermögen den Verlust an Acker- und Weideflächen teilweise substituieren, die Erweiterung des industriellen Anlagevermögens die handwerklichen Produktionsmittel verdrängen, der Ausbau der Infrastruktureinrichtungen (künstliche Wasserstraßen) natürliche Wasserwege für den Warentransport ersetzen.

- die Grenzrate der Substitution mit steigendem Verbrauch an natürlichem Kapital steigt, so daß die Investitionen im Zeitablauf beschleunigt wachsen müssen. Dies kann, wie erwähnt, ökologisch kontraproduktiv sein und eine nachhaltige Entwicklung behindern, da jede Produktion (in diesem Fall von Kapitalgütern) mit (wenn auch marginalem) Verbrauch von natürlichem Kapital verbunden ist,
- Die Bedingung vernachlässigt, daß das Wohlfahrtsniveau auch von der Struktur des Kapitals abhängt (vgl. die Diskussion um veränderte Präferenzen und technischen Wandel).

### **4.3.2. Nachhaltigkeitsbedingungen für einzelne Umweltgüter**

Neben dieser allgemeinen Nachhaltigkeitsbedingung (Bedingung (1): Wachstum des künstlichen Kapitalstocks) formuliert die Akademie für Technikfolgenabschätzung sieben weitere Bedingungen, die für einzelne Umweltgüter in unterschiedlichem Maße gelten; außerdem wird unterschieden, ob die die Nachhaltigkeitsbedingungen auch für Güter gelten sollen, die außerhalb Baden-Württembergs produziert werden (vgl. Kasten). Schließlich wird noch gefragt, ob die Wanderung von Produktionsfaktoren über die Landesgrenzen zugelassen werden soll oder nicht.

#### 4.3.2.1. Globale Ressourcen

Einige Umweltgüter sind als globale Ressourcen anzusprechen, da ihre Zu- oder Abnahme einer bestimmten Region nicht zugerechnet werden kann. Hier sind vor allem das Klima und die Ozonschicht bzw. die Inanspruchnahme der Atmosphäre als Aufnahmemedium für Klima- und Luftschadstoffe zu zählen. Wegen

- des hiervon ausgehende Schadenspotentials und der anzunehmenden Irreversibilität der Schäden,
- der unter dem Vorsorgeprinzip vorzunehmenden Risikobewertung sowie
- der geringen Substituierbarkeit dieser Umweltgüter (durch andere natürliche Ressourcen und/oder künstliches Kapital)

sind diese Güter als essentielle Ressourcen einzustufen, deren Ge- und Verbrauch mittel- bis langfristig auf Null (oder einen gerade noch tolerablen Grenzwert) zurückgeführt werden muß.



#### 4.3.2.2. Regional immobile Ressourcen

Als regional immobile Ressourcen werden hier die Qualität des Bodens, das Landschaftsbild, die Artenvielfalt und der Schutz vor Risiken durch Umweltgifte aufgefaßt; sie werden bedroht durch Eutrophierung, Versauerung und Bodenversiegelung, Toxizität, Verödung der Landschaft und Einschränkungen der Artenvielfalt. Ob diese Umweltgüter - insgesamt oder im Hinblick auf bestimmte Funktionen - durch andere Umweltgüter oder durch künstliches Kapital substituierbar sind, ist schwer abschätzbar. Vieles wird hier von der Antwort auf die Frage abhängen, wie Nutzenäquivalente zu bestimmen sind: Kann die attraktive Architektur eines Gebäudes die damit verbundene Versiegelung des Bodens und die Einschränkung der Lebensraumes der Tier- und Pflanzenwelt substituieren? Welchen Wert messen die Mitglieder der Gesellschaft einer Verminderung toxischer Risiken - im Vergleich zu einer Erhöhung des Produktionspotential - zu? Wie hoch sind die Opportunitätskosten einer Verödung der Landschaft?

Die Meßkonzepte, die die Umweltökonomie zur Bestimmung dieser Nutzenäquivalente anbietet (relative Marktpreise, Zahlungsbereitschaften, hedonische oder Schattenpreise) sind sämtlich nicht unumstritten<sup>87</sup>; gesellschaftliche Abstimmungsmechanismen sind - auch auf regionaler Ebene - kaum erprobt<sup>88</sup>. Unter diesen Voraussetzungen werden Entscheidungen über diese Nutzenäquivalente stets mehr oder weniger werturteilsgeladen sein<sup>89</sup>.

Soweit gleichwohl Substituierbarkeit angenommen werden kann, ist nach Bedingung (2) zu verfahren, d.h. eine Steigerung der Ressourcenproduktivität anzustreben. In vielen Fällen wird jedoch eher Komplementarität als Substituierbarkeit anzunehmen sein, so daß nach der Nachhaltigkeitsbedingung (6) zu verfahren ist, d.h. eine Einstufung als essentielle Ressourcen geboten sein dürfte.

Zumindest aus theoretischer Perspektive erscheint auch denkbar, eine Abnahme der hier in Rede stehenden natürlichen Ressourcen und die davon ausgehenden Beeinträchtigungen der gesellschaftlichen und individuellen Wohlfahrt dadurch "auszugleichen", daß eine Abwanderung der Einwohner der Region zugelassen oder gefördert wird. Das Ergebnis wäre ein (vielleicht) konstanter natürlicher Kapitalstock je Einwohner. Eine derartige

---

87 Vgl. R. Graskamp et al., S. 37.

88 Vgl. H. Majer, Nachhaltige Entwicklung. "WSI-Mitteilungen", Köln, 48. Jg. (1995), S. 220-239.

89 Im übrigen scheinen die Indikatoren, die die Akademie für Technikfolgenabschätzung in diesem Bereich zur Messung der Umweltqualität vorschlägt, in einigen Fällen noch begründungs- und erklärungsbedürftig, so z.B. im Fall des Nitratgehalts des Wassers oder der Zahl der Arten lt. "Roter Liste", jeweils bezogen auf das "Nettoanlagevermögen je Kopf"

Strategie erscheint jedoch aus zwei Gründen abwegig und nicht mit dem Postulat der nachhaltigen Entwicklung vereinbar:

- im demokratischen System sind Politiker auf die Stimmen ihrer Wähler angewiesen. Ein Politiker, der bewußt oder stillschweigend eine Abwanderung herbeiführt, untergräbt seine eigene Legitimation und Wertschätzung;
- Wanderungsprozesse verlaufen in der Regel nicht "strukturneutral", sondern selektiv. Sie führen zu einer Negativauslese, da gerade die jüngeren, hoch qualifizierten Erwerbstätigen die höchste Mobilitätsbereitschaft aufweisen. Ihre Abwanderung schmälert das regionale Entwicklungspotential.

#### 4.3.2.3. Regional mobile Ressourcen

Grund- und Oberflächenwasser, Senken für die Ablagerung von Abwässern, Schadstoffen und Abfällen, forstwirtschaftliche Ressourcen und fossile Energieträger sind im Prinzip regional mobil - wenn auch im Einzelfall zu unvertretbar hohen einzel- oder gesamtwirtschaftlichen Kosten. Häufig ist in diesen Fällen auch eine Steigerung der Ressourcenproduktivität möglich. Insoweit sind regional mobile heimische Ressourcen durch importierte Ressourcen und/oder künstliches Kapital substituierbar.

Eine konsequente Nutzung dieser Substitutionsspielräume würde allerdings bedeuten, daß das Nachhaltigkeitskonzept allein die Entwicklung im eigenen Lande verfolgt und die Umweltsituation in anderen Regionen ignoriert. Eine derartige Position erscheint schwer durchsetzbar; sie würde auf umweltpolitisches Freifahrerverhalten hinauslaufen. Ein langfristig durchhaltbares Nachhaltigkeitskonzept kann - freien internationalen bzw. interregionalen Handel mit Gütern und Ressourcen vorausgesetzt - nur umgesetzt werden, wenn für importierte Ressourcen die gleichen Nutzungsregeln bzw. -bedingungen normiert werden wie für Umweltgüter. Aus diesem Grunde ist für erneuerbare heimische Ressourcen, die in begrenztem Maße durch künstliches Kapital substituiert werden können, die Bedingung 2 (für heimische Ressourcen) bzw. die Bedingung 7 (für importierte Ressourcen) anzuwenden. Nicht erneuerbare Ressourcen und in Sonderheit fossile Energieträger sind als essentielle Ressourcen zu behandeln; ihr Ge- und Verbrauch bzw. Import ist entsprechend den Bedingungen (6) und (8) zu vermindern.

Soweit die erwähnten einzel- und gesamtwirtschaftlichen Kosten des Ressourcentransports jedoch zum Anlaß genommen werden, den interregionalen Handel dieser Umweltgüter zu beschränken, gelten allein die Bedingungen (2), (3) und (6). Die Substitutionsspielräume sind damit in jedem Fall geringer als bei freiem Ressourcentransfer über die (Landes-)grenzen hinweg.

## 5. Abschließende Bemerkungen

(1) Das Konzept der Akademie für Technikfolgenabschätzung zu einer nachhaltigen Entwicklung in Baden-Württemberg stellt den mutigen und verdienstvollen Versuch dar, dem bislang nur vage formulierten Leitbild der nachhaltigen Entwicklung Farbe und Konturen zu geben. Es geht davon aus, daß die (traditionelle, neo-klassische) ökonomische Theorie wesentliche Zusammenhänge zwischen Ökonomie und Ökologie nicht adäquat beschreiben kann, etwa im Hinblick auf die Erschöpfbarkeit bzw. die begrenzte Assimilationskapazität natürlicher Ressourcen, die Irreversibilität ökologischer Fehlentwicklungen und hinsichtlich unwägbarer Risiken.

(2) Das Konzept der Akademie geht von einer anthropozentrischen, aber nicht rein utilitaristischen Naturkonzeption aus und verlangt den Erhalt nicht substituierbarer Güter des natürlichen Kapitalstocks. Im übrigen nimmt es begrenzte Substituierbarkeit von natürlichem durch künstliches Kapital an, wobei nicht die stoffliche, sondern die funktionale Identität bzw. die Nutzenäquivalenz der Güter im Mittelpunkt stehen. Dies muß als relativ weite Interpretation der Substituierbarkeit anmuten; eine andere Festlegung scheint aber angesichts der Ungewißheit über die zukünftigen natürlichen Gegebenheiten, der technischen Entwicklung und der Veränderung der Präferenzen nicht sinnvoll.

(3) Zur Umsetzung des Konzepts schlägt die Akademie - aufbauend auf den sog. Management-Regeln zur Nutzung des Naturkapitals - Bedingungen für eine nachhaltige Entwicklung in Baden-Württemberg vor, wobei auch die Außenbeziehungen des Landes berücksichtigt werden. Diese Bedingungen und die daraus abgeleiteten Indikatoren stellen interessante Anregungen für weitere Arbeiten dar, bedürfen aber in Einzelfällen sicher noch der Ergänzung, Begründung und Interpretation.

(4) Aufgabe des vorliegenden Beitrages war es, die Gültigkeit dieser Bedingungen für die verschiedenen Umweltgüter zu prüfen; wobei naturgemäß die Frage der Substituierbarkeit bzw. Komplementarität von natürlichem und künstlichem Kapital im Mittelpunkt stand. Es wird versucht, für einige grob gegliederte Gruppen von Umweltgütern (globale, regional immobile und mobile Ressourcen) erste Antworten zu geben.

## Teilnehmerliste des Workshops

**„Indikatoren einer regionalen nachhaltigen Entwicklung“**

am 10. - 11. Juli 1995 in Stuttgart

externe Teilnehmer:

Dr. Birgit Blättel-Mink Dagmar Bornemann	Universität Stuttgart VDI Arbeitskreis Gesellschaft und Technik, Stuttgart
Prof. Dr. Josef Bugl Harald Burkhardt Württemberg	Mannheim Ministerium für Wirtschaft Baden-
Prof. Dr. Dieter Cansier Dipl.-Met. Werner Franke Dr. Rainer Friedrichs	Universität Tübingen Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart
Stefan Gloger Prof. Dr. Peter Gmähle	Ministerium für Umwelt, Stuttgart Landesnaturausschutzverband Baden- Württemberg
Dipl.-Ing. Thomas Heintl	Institut für Landschaftsplanung und Ökologie der Universität Stuttgart
Dr. Johann Köppel Dipl.-Wi.-Ing. Heinz Kottmann Prof. Dr. Rudi Kurz Dipl.- Vw. Klaus Löbbe	Bosch und Partner, Königsdorf Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe Fachhochschule Pforzheim Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Essen
Prof. Dr. Helge Majer Dr. Hans-Dieter Nagel	Universität Stuttgart Forschungsgesellschaft für Ökologie, Natur- und Umweltschutz, Prädikow bei Berlin
Dipl.-Ök. Otmar Rann, Dr. Walter Radermacher Dr. Klaus Rennings	Universität Bonn Statistisches Bundesamt, Wiesbaden Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung Mannheim
Walerfried Schrott Dr. Eberhard K. Seifert Dr. Rainer Walz	Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie Fraunhofer-Institut ISI, Karlsruhe