

Leitbilder der Umweltpolitik im Hinblick auf Sustainable Development

Dr. Rainer Walz

**Fraunhofer Institut für Systemtechnik
und Innovationsforschung**

Breslauerstr. 48

76139 Karlsruhe

**Workshop "Sustainable Development"
der IG Chemie-Papier-Keramik am 23./24.9. 1993 in Bonn**

1. Einleitung

Das Konzept "sustainable development", im Deutschen oftmals als dauerhafte Entwicklung übersetzt, wurde im 1987 fertiggestellten Bericht "Unsere gemeinsame Zukunft" von der UN-Weltkommission für Umwelt und Entwicklung ausgearbeitet. Der Begriff sustainable development wird von der UN-Kommission wie folgt definiert: **"Dauerhafte Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, daß zukünftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können."** Eine Analyse der Einzelziele dieses Konzepts verdeutlicht, daß das Leitbild "sustainable development" durch das **Spannungsverhältnis der beiden zentralen Begriffe Dauerhaftigkeit und Entwicklung** gekennzeichnet ist. Hierbei steht in den westlichen Industrieländern der Umweltschutz im Hauptmittelpunkt der sustainability-Diskussion.

Zu beobachten ist, daß das Leitbild "sustainable development" mehr und mehr Verbreitung findet und die Politik der nächsten Jahre zunehmend prägen wird. Vorrangige Aufgabe wird es sein, dieses Konzept zu konkretisieren. Hierzu bedarf es zuerst grundsätzlicher Überlegungen, welche umweltpolitischen Leitbilder zu einer nachhaltigen Entwicklung führen könnten und was für ein Beitrag von jeder dieser Strategien realistisch zu erwarten ist. Der folgende Beitrag skizziert daher die wichtigsten Leitbilder der Umweltpolitik.

2. Leitbilder und Ergebnisse der bisherigen Umweltpolitik

In der ersten Phase der Umweltpolitik waren Maßnahmen zur schnellen und wirksamen Verringerung der Umweltbelastungen vor allem für Produktionsanlagen und Kraftwerke erforderlich. Daher wurden vor allem **additive Entsorgungsanlagen** entwickelt und errichtet, d. h. Filter-, Wasch- und Sorptionsanlagen zur Entstaubung und Abgasreinigung, biologische und physikalisch-chemische Abwasserreinigungsanlagen sowie Anlagen zur thermischen Behandlung von flüssigen und festen Abfällen. Zudem wurden Deponieräume für die entstehenden Abfälle zur Verfügung gestellt und die Anforderungen an diese Deponien Schritt für Schritt erhöht. Steigende Umweltschutzanforderungen verlangten immer aufwendigere technische Lösungen und damit stark steigende Kosten.

Die zweite Phase der Umweltschutzbemühungen war durch die Erkenntnis bestimmt, daß durch höhere Anforderungen nicht nur die Kosten überproportional anwachsen, sondern daß nachgeschaltete Entsorgungsanlagen die Probleme der Emissionen in die Luft und in die Gewässer nur in den Abfallbereich verlagern und besonders kritische Inhaltsstoffe dort langfristig erhebliche Umweltbelastungen und Folgekosten verursachen können. Technische

Lösungen der zweiten Phase der Umweltschutzanstrengungen sind überwiegend dem Begriff produktionsintegrierter Umweltschutz zuzuordnen. Die Anstrengungen galten in besonderem Maße der Entwicklung emissions- und abfallarmer Produktions- und Fertigungsverfahren. Dieses Konzept setzt direkt bei den einzelnen Prozessen an, indem diese modifiziert oder neu konzipiert werden oder indem andere Roh- und/oder Hilfsstoffe zum Einsatz kommen, um die Verwendung kritischer Stoffe zu vermeiden.

Damit sind auch schon die wichtigsten Leitbilder der bisherigen Umweltpolitik charakterisiert: im Vordergrund stand technischer Umweltschutz durch additive oder produktionsintegrierte Umwelttechnologien, politisch umgesetzt v.a. durch den Einsatz des Ordnungsrechts.

Es ist zu fragen, wie sich die Verfolgung dieser Leitbilder auf die Entwicklung der Umweltbelastung ausgewirkt hat. Der Verbrauch von Ressourcen und die Belastung der Umwelt mit Schadstoffen hat sich in der BRD in den letzten zwanzig Jahren sehr unterschiedlich entwickelt (vgl. Tab. 1). So hat sich der gezielte Einsatz von Quecksilber, Cadmium und Magnesium absolut reduziert, der Stahl- und Bleiverbrauch ist in etwa konstant geblieben. Auf der anderen Seite ist die Verwendung von Aluminium und Nickel sogar stärker als das Bruttosozialprodukt gestiegen.

Auch im Bereich chemischer Produkte ist eine unterschiedliche Entwicklung zu beobachten. Auf der einen Seite blieb der Einsatz von Schwefelsäure und Ammoniak in etwa konstant, auf der anderen Seite weisen Kunststoffe, Chlor und Natriumhydroxid über dem Sozialprodukt liegende Wachstumsraten auf.

Die in der Bundesrepublik insgesamt eingesetzte Energiemenge, gemessen sowohl am Primärenergieverbrauch als auch am Endenergieverbrauch, weist deutliche Entkopplungstendenzen auf. Ihr Verbrauch hat sich in den letzten Jahren auf einem in etwa gleichbleibenden Niveau stabilisiert. Innerhalb des Energieverbrauchs lassen sich aber eindeutige Verlagerungstendenzen festmachen, die dazu führen, daß die Nachfrage nach Strom überproportional zunimmt und in der Vergangenheit über dem Sozialprodukt liegende Wachstumsraten realisierte.

Eng mit der Entwicklung des Energieverbrauchs hängt der Ausstoß von Luftschadstoffen zusammen. So entsprach z. B. der CO₂-Ausstoß im Jahre 1989 in etwa dem des Jahres 1970, ja hat sich gegenüber Ende der 70er Jahre sogar absolut reduziert. Ganz erheblich vermindert haben sich die Emissionen von Kohlenmonoxid, Staub und vor allem SO₂, die Ende der 80er Jahre drastisch geringer ausfielen als Anfang der 70er. Auf der anderen Seite ist die Entwicklung der NO_x-Emissionen zu beachten, deren Entkopplung vom Sozialprodukt sich erst in jüngster Zeit abzuzeichnen beginnt.

Gegensätzliche Tendenzen finden sich auch im **Abwasserbereich**. Während die industrielle Abwassermenge seit 1980 absolut sinkt, blieb die häusliche Abwassermenge in etwa konstant. Demgegenüber weisen die Kühlwassermengen einen deutlich über dem Sozialprodukt liegenden Verlauf aus.

Erhebliche Unterschiede sowohl zwischen den einzelnen Bestandteilen als auch im Verlauf der letzten zwanzig Jahre weist der **Abfallbereich** auf. So stiegen die Abfälle aus der Produktion bis ca. 1980 überproportional zum Sozialprodukt an, um nach einer Übergangszeit seit Mitte der 80er Jahre in ihrer absoluten Menge zurückzugehen. Der Hausmüll stieg bis 1980 unterproportional zum Sozialprodukt an, sank bis Mitte der 80er Jahre absolut und steigt seither wiederum leicht an. Die Klärschlämme schließlich sanken bis Anfang der 80er Jahre absolut, um seither überproportional anzusteigen.

Die aufgezeigte **Entwicklung des Ressourcenverbrauchs und der Umweltbelastungen unterliegt verschiedenen Einflußgrößen**. Der **bedeutendste Effekt zur Ressourcenschonung insbesondere im Luftbereich war in der Vergangenheit eindeutig der technische Wandel**. So hat nach Angaben des RWI der Wechsel in der emissionsrelevanten Technik zwischen 1980 und 1986 eine Reduktion der Abfallmenge um 11 % und des Produktionsabwassers um 20 % bewirkt. Im Luftbereich sind die durch den Technikeffekt bewirkten Änderungen noch größer. Dies wird auch durch Abbildung 1 und 2 deutlich, die den Technikeffekt zwischen 1978 und 1988 für die vier Luftschadstoffe SO_2 , NO_x , CO_2 und VOC aufzeigen.

Im Bereich der Umweltbelastungen lassen sich Verlagerungstendenzen zwischen den einzelnen Umweltmedien ausmachen. So führt z. B. die Verwendung von "end-of-pipe" Technologien zur Luftreinhaltung zum Anfall von Abfällen, deren Entsorgung Probleme bereitet. In ähnlicher Weise führt die zunehmende Behandlung des Abwassers zu einem erhöhten Klärschlammanfall. Der vermehrte Kühlwasseranfall kann zu einem großen Teil auf das überproportionale Wachstum des Strombedarfs zurückgeführt werden und ist somit eine Folge der Verlagerungen im Energiesektor.

Insgesamt zeigt sich, daß in vielen Bereichen eine **Reduktion der Elastizität zwischen Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung einerseits und von Wirtschaftswachstum andererseits** zu beobachten ist, die in vielen Fällen ganz wesentlich durch den Einsatz neuer Technologien erreicht wurde. Auch wenn der Einsatz neuer Technologien nicht alle Ressourcen- und Umweltprobleme lösen konnte und in einigen Bereichen nur zu einer Verlagerung der Probleme geführt hat, ist dennoch festzuhalten, daß ohne den Einsatz dieser Technologien sich die Probleme noch weitaus gravierender darstellen würden. Die Her-

beiführung einer ressourcenschonenden Wirtschaftsweise wird daher auch in Zukunft die Entwicklung geeigneter Technologien erfordern.

3. Leitbilder der zukünftigen Umweltpolitik

Die Leitbilder der Umweltpolitik sind nicht scharf voneinander getrennt: oftmals werden unterschiedliche Begriffe für gleiche oder ähnliche Sachverhalte gewählt, zudem bestehen zahlreiche Überschneidungen und fließende Übergänge zwischen den einzelnen Leitbildern. Systematisch unterscheiden lassen sich am ehesten die eher technologisch beschriebenen Leitbilder einerseits und die - verstärkt in die Diskussion kommenden - umsetzungsorientierten Leitbilder (Instrumente) andererseits.

Eine andere Klassifikation unterscheidet zwischen nachsorgendem und präventivem Umweltschutz (vgl. Abb. 3). Hierbei ist die oben skizzierte 1. Phase der Umweltpolitik eher dem nachsorgendem, der produktionsintegrierte Umweltschutz eher der präventiven Umweltpolitik zuzuordnen. Die im folgenden kurz skizzierten 4 Leitbilder der künftigen Umweltpolitik gehören in diesem Schema ebenfalls zum präventiven Umweltschutz. Es sind dies die Leitbilder "Einsatz von Umwelttechnologie", "Schließung von Stoffkreisläufen", "ökologisches Design von Produkten" sowie als umsetzungsorientiertes Leitbild "Internalisierung externer Kosten und Maßnahmenbündel zum Abbau sektorspezifischer Hemmnisse".

3.1 Verstärkter Einsatz von umweltfreundlicher Technologie

Dieses Leitbild stellt eigentlich keine Neuentwicklung dar, sondern ist die Fortschreibung der bisher betriebenen Umweltpolitik. Die Grundidee besteht darin, die Umweltbelastung durch verstärkten Einsatz von Umwelttechnologien zu reduzieren.

Insbesondere im Bereich der Luftemissionen gibt es zahlreiche Beispiele, die die Potentiale des Einsatzes moderner Technologien zur Reduktion der Umweltbelastung darstellen, so z.B. in den Bereichen der

- klassischen Luftschadstoffe
- schwermetallhaltigen und Lösemittel-Emissionen in die Luft (vgl. Tab. 2)
- rationellen Energieverwendung und der Wasserstoffnutzung (vgl. Abb. 4 und 5)

Zwei weitere Querschnittstechnologien, die in vielen Bereichen zu einer Umweltentlastung beitragen können, sind die

- Mikroelektronik (vgl. Tab. 3) und

- Umweltbiotechnologie

Diese Beispiele verdeutlichen, daß durch den Einsatz von Umwelttechnologien ein erheblicher Beitrag zur Verminderung der Umweltbelastung geleistet werden kann. Auf der anderen Seite führt die bisherige Analyse auch zu der Schlußfolgerung, daß vor übermäßigem Optimismus in die quasi eigengesetzliche Dynamik einer Ressourcenschonung durch neue Technologien gewarnt werden muß. So zeigt die Entwicklung des Ressourcenverbrauchs und der Schadstoffbelastung vielfältige Verlagerungstendenzen. Insgesamt kann schwerlich davon gesprochen werden, daß sich der Problemdruck vermindert hätte. Auch ist die Existenz technischer Problemlösungspotentiale nicht gleichbedeutend mit tatsächlich realisierter Ressourcenschonung, da oftmals ein nur zögerlicher Einsatz der ressourcenschonenden Technologien zu beobachten ist. In diesen Bereichen ist eine Verschiebung des forschungspolitischen Augenmerks hin auf (sozio-ökonomische) Umsetzungsforschung notwendig, die die Hemmnisse des Einsatzes dieser Technologien identifiziert und Maßnahmen zu ihrer Überwindung vorschlägt. Schließlich besteht in vielen Teilbereichen noch erheblicher technologischer Entwicklungsbedarf. Insgesamt bleibt festzuhalten, daß der Handlungsdruck zur Ressourcenschonung weitere Anstrengungen im Hinblick auf die Entwicklung und Diffusion neuer Technologien erfordert.

3.2 Schließung von Stoffkreisläufen

Das Leitbild "Schließung von Stoffkreisläufen" wird am ausgeprägtesten in der Diskussion über die zukünftige Gestaltung der Chemiebranche diskutiert (vgl. Held 1991). Es findet sich ebenfalls im Sondergutachten Abfall des Sachverständigenrates für Umweltfragen und ist eines der Themen der Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt - Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft" des Deutschen Bundestages.

Das Leitbild "Schließung von Stoffkreisläufen" hat seinen Ursprung in der Verbesserung vieler Verfahren im Produktionsbereich, wobei üblicherweise der Bedarf nach Produkten implizit als gegeben unterstellt wird. Dieses Leitbild kann insofern dem Konzept des produktionsintegrierten Umweltschutzes zugeordnet werden. Ziel ist es, Umweltbelastungen in der Produktion entweder erst gar nicht entstehen zu lassen oder sie soweit wie möglich zu verringern, indem die nicht vermeidbaren Stoffströme möglichst lange im Kreislauf geführt werden. Die Entstehung des Leitbildes "Schließung von Stoffkreisläufen" wird auf die Erfahrungen mit nachgeschalteten Umwelttechnologien zurückgeführt, die zwar dazu beigetragen haben, geforderte Grenzwerte einzuhalten, aber z. T. lediglich zu einer Verlagerung der Belastungen geführt haben. Insgesamt ist die Schließung von Stoffkreisläufen in der Produktion Bestandteil der Strategie des

präventiven Umweltschutzes und kann unter der Strategie ökologische Modernisierung durch umweltfreundliche Technik eingeordnet werden. Insofern ergibt sich eine hohe Überschneidung mit dem zuvor skizzierten Leitbild.

Die Umsetzung dieses Leitbildes erfordert idealerweise ein geschlossenes System ohne Emissionen und mit völliger Kreislaufführung. Allerdings dürfte dieses Idealbild nur in den seltensten Fällen realisierbar sein. Als Annäherung an dieses Leitbild sollte die Einführung von Verwertungskaskaden angestrebt werden, die zum Ziel haben, die einzelnen Rückstandskomponenten von Verwertungsstufen als Einsatzstoffe für Folgeprozesse zu verwenden. Das Leitbild "Schließung von Stoffkreisläufen" kann auch im Zusammenhang mit den "Strategien und Wirtschaftsprinzipien der Natur" gesehen werden. So wird darauf verwiesen, daß die Natur 99,8 % ihrer Produkte verwertet und in Kreisläufe zurückführt und unbrauchbare oder giftige Abfälle, Abwässer und Abgase vermeidet. Insofern würde die durch dieses Leitbild postulierte Schließung der Stoffkreisläufe an die natürlichen Wirtschaftsprinzipien anknüpfen.

Die Schließung von Stoffkreisläufen wurde ansatzweise bereits in der Vergangenheit praktiziert. So kann der reduzierte Wasserbedarf der Industrie zu einem beträchtlichen Teil auf die Wiederverwendung des Abwassers im gleichen oder in anderen Prozessen im Sinne einer Kreislaufführung oder einer Kaskadennutzung zurückgeführt werden. Auch im Bereich der Chemischen Industrie lassen sich einige Beispiele aufzählen, in denen es zu einer Verringerung der Stoffflüsse gekommen ist. (Vgl. Produktionsintegrierter Umweltschutz in der Chemischen Industrie, 1990) Mit der Schließung von Stoffkreisläufen in der Produktion durch produktionsintegrierten Umweltschutz wird von seiten der Industrie auch die Erwartung verbunden, daß diese Art von Umweltschutz - im Gegensatz zum additiven Umweltschutz - unter Umständen auch die Möglichkeit bietet, die finanzielle Belastung für eine Verringerung der Emissionen gering zu halten oder sogar die Produktionskosten zu senken.

Neben der Schließung von Stoffkreisläufen in der Produktion wird insbesondere aus abfallpolitischer Sicht eine weitergehende Schließung von Stoffkreisläufen durch die Rückführung von gebrauchten Produkten in den Produktionsprozeß beabsichtigt. Ziel ist es, die "stoffliche Verwertung" von Abfällen zu erhöhen. Dieser Ansatz wird z.Zt. bei verschiedenen Produkten - z.B. Verpackungsmaterial, Elektronikschrott, Alautos - verfolgt. Er kann als eine Weiterentwicklung des produktionsintegrierten Umweltschutzes hin zum produktintegrierten interpretiert werden, in dessen Mittelpunkt ein ökologisches Design von Produkten steht.

3.3 Ökologisches Design von Produkten

Das Leitbild "Ökologisches Design von Produkten" ist ebenfalls Bestandteil der Strategie des präventiven Umweltschutzes und kann auch unter der Überschrift "ökologischer Strukturwandel" eingeordnet werden. Das Leitbild "ökologisches Design von Produkten" dehnt den Vorsorgeaspekt von der Produktionssphäre auf die Produkte selbst aus und fordert eine Ausweitung des Leitbildes "Schließung der Stoffströme" über die Produktion hinaus in den Bereich der Konsumption und der Entsorgung. Ausgangspunkt hierfür ist die Erkenntnis, daß es nicht nur die Produktionsprozesse, sondern deren Produkte - die einzelnen Wirtschaftsgüter - sind, die einen Großteil des Ressourcenverbrauchs ausmachen und zu ganz erheblichen Emissionen in die Atmosphäre (z. B. Pestizide und Lösemittel), ins Wasser (z. B. Waschmittel) und zu festen Abfällen führen. Kernforderung des neuen Leitbildes ist es daher, bereits beim Design der Produkte auf die ökologische Verträglichkeit zu achten. Hierbei sind mehrere Strategien möglich. So kann ein ökologisches Design an den Inhaltsstoffen der Produkte ansetzen (z. B. keine Schwermetalle) oder sich mit der Lebensdauer, Wiederverwendbarkeit und Recyclierbarkeit der Produkte beschäftigen. Um eine wirkliche Ressourcenschonung zu erreichen, darf das Design der Produkte nicht isoliert betrachtet werden, sondern ist es erforderlich, den gesamten Lebenszyklus des Produktes von den einzelnen Vorleistungen über die Produktion und Nutzung bis hin zur Entsorgung zu analysieren.

Die Diskussion über das ökologische Design von Produkten behandelt in jüngster Zeit vor allem die Frage nach der ökologischen Produktbewertung. In diesem Zusammenhang wird die Erstellung von Ökobilanzen für die einzelnen Produktalternativen gefordert, um sie bezüglich ihrer ökologischen Auswirkungen umfassend beurteilen zu können. Eine Einbeziehung anderer gesellschaftlicher Dimensionen, z. B. ökonomische und soziale Auswirkungen, in die Produktbewertung wird z. T. unter der Überschrift "Produktlinienanalyse" gefordert (vgl. Grießhammer 1991). Eine Gesamtbewertung von zukünftigen Techniklinien findet auch in der Technikfolgenabschätzung statt. Eine systematische Produktbewertung ist ihrerseits wiederum Voraussetzung für eine ökologische Produktpolitik, die es trotz bestehender Produktregelungen bislang umfassend weder auf nationaler noch internationaler Ebene gibt.

Zunehmend gerät ebenfalls die Betrachtung des Nutzens von Produkten in die Diskussion der Produktbewertung. Diese Entwicklung ist im Zusammenhang mit einem möglichen Verzicht auf Produkte einschließlich des damit verbundenen Nutzens zu sehen, der weitestgehenden Ausprägung einer ökologischen Produktpolitik. Bisher spielte diese Form der Umweltpolitik allerdings eher eine Außenseiterrolle und erlangte lediglich in Form eines Verzichtes auf Energiedienstleistungen, wie ihn die Enquete-Kommission "Vorsorge

zum Schutz der Erdatmosphäre in ihrem dritten Bericht fordert (Vgl. Abb. 6), eine größere Bedeutung.

Eine konsequente Beachtung des Leitbildes "Ökologisches Design von Produkten" dürfte auch zu **vielfältigen neuen technologischen Anforderungen** führen. So muß die gesamte Fertigungstechnologie nicht nur im Hinblick auf die Produktion, sondern auch auf die nach Beendigung der Lebensdauer notwendige Entsorgung des Produktes hin optimiert werden, um z. B. das Recycling einzelner Bestandteile des Produktes zu erleichtern. Ebenso darf sich die Auswahl von Roh- und Werkstoffen nicht mehr nur an den Produktionskosten und den funktionellen Erfordernissen des Produktes orientieren, sondern muß die ökologische Dimension beinhalten. Diese Beispiele machen deutlich, daß auch das Leitbild eines ökologischen Designs von Produkten hohe Anforderungen an neue Technologien stellt, die bei ihrer Entwicklung und Förderung beachtet werden sollten.

Ein ökologisches Design von Produkten hat aber nicht nur technologische Weiterentwicklungen zur Voraussetzung, sondern erfordert auch die **Akzeptanz der Verbraucher**. Im Gegensatz zur Schließung von Stoffkreisläufen in der Produktion setzt das Leitbild "ökologisches Design von Produkten" daher nicht nur eine Veränderung der Sichtweise der Produzenten, sondern auch der Konsumenten voraus.

Für die EG und die BRD wird oftmals eine Zunahme des Umweltbewußtseins konstatiert; eine nähere Analyse zeigt auf, daß sich diese Aussage auf das Umweltwissen und vor allem die Einstellung der Umwelt gegenüber, d. h. die emotionale Bewertung von Umwelt, bezieht (Hofrichter/Reif, 1990). Hingegen sind für das **Verbraucherverhalten** - und damit die Akzeptanz von Produkten mit ökologischem Design durch die Konsumenten - die Verhaltensabsicht und das tatsächliche Verhalten entscheidend. Hierbei lassen sich **Diskrepanzen zwischen Umweltbewußtsein und umweltrelevantem Verhalten** feststellen: Zwar haben Änderungen in der Einstellung und z. T. auch im Umweltwissen stattgefunden, aber es verbleiben gravierende Defizite bei den Verhaltensangeboten, der Verdeutlichung der Handlungskonsequenzen und den Handlungsanreizen. (Vgl. Abb. 7)

Daraus wird die Schlußfolgerung gezogen, daß für die **Änderung des Verhaltens eine Kombination verschiedener Verhaltensstrategien notwendig** ist:

- Schaffung von Verhaltensangeboten, Anreizen und Visualisierung der Verhaltenskonsequenzen.
- Einsatz sogenannter Verstärker als Verhaltenskonsequenzen, z. B. durch die Verteuerung von Einwegflaschen oder durch individuelle Reduktion von Müllgebühren bei erfolgreicher Müllvermeidung.

- Vermittlung von umweltrelevantem Wissen und alternativen Handlungsmöglichkeiten (Umwelterziehung).
- Einbettung der Maßnahmen zur individuellen Verhaltensänderung in gleichgerichtete Änderungen in der Wirtschaft und beim Staat. Man kann vom Einzelnen nicht Unbequemlichkeiten zugunsten des Umweltschutzes verlangen, wenn Unternehmen oder staatliche Instanzen dagegen verstoßen.

Die Schlußfolgerungen dieser Ausführungen liegen auf der Hand: Ein ökologisches Design von Produkten bedarf nicht nur technologischer Weiterentwicklungen, sondern muß in Bemühungen zur Änderung des Verbraucherverhaltens eingebettet werden, um erfolgreich sein zu können. Damit wird zugleich deutlich, daß eine vorausschauende Forschungs- und Technologiepolitik gerade in diesem Bereich durch eine **Integration natur- und ingenieurwissenschaftlicher Erkenntnisse mit wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Analysen** gekennzeichnet sein muß. Mit anderen Worten, die neuen, technologisch beschreibbaren Leitbilder der Umweltpolitik erfordern auch ein verstärktes Nachdenken über neue umsetzungsorientierte Leitbilder.

3.4 Internalisierung externer Kosten und Maßnahmenbündel zum Abbau sektorspezifischer Hemmnisse

Die Diskussion über umsetzungsorientierte Leitbilder verwendet oft unbestimmte Begriffe wie marktwirtschaftliche Instrumente oder ökologische Marktwirtschaft. Die im folgenden vorgestellten Leitbilder präzisieren diese Begriffe. Sie knüpfen an den Hemmnissen an, die einer Umgestaltung des Wirtschaftssystems hin zu den technologisch beschriebenen Leitbildern im Wege steht.

Bereits in Abschnitt 4.2 wurde die Notwendigkeit von Verhaltensänderungen der Verbraucher erläutert. Sie müssen ergänzt werden um Maßnahmen zum Abbau der globalen und sektorspezifischen Hemmnisse.

Wichtigstes globales Hemmnis ist das Auftreten externer Kosten, die in der volkswirtschaftlichen Literatur ein Standardbeispiel für das Auftreten von Marktversagen bilden. Sie liegen vor, wenn nicht alle bei einem wirtschaftlichen Vorgang entstehenden Kosten ins Entscheidungskalkül eingehen. Ist dies der Fall, bringt der Preis nicht alle Opportunitätskosten zum Ausdruck und ist ceteris paribus zu niedrig. Entsprechend werden vom betrachteten Gut mehr Einheiten produziert und nachgefragt, als es nach volkswirtschaftlichen Kriterien optimal wäre. Das Preissystem gibt in diesem Fall an Produzenten und Verbraucher die falschen Signale.

Als global wirkende Maßnahme zum Abbau des Hemmnisses "externe Kosten" bietet sich ihre **Internalisierung** an. Den in den einschlägigen Fachdiskussionen diskutierten Lösungen - angeführt seien hier lediglich die Konzepte Umweltabgaben und Zertifikatslösungen im Umweltbereich und Reinvestitionszuschläge auf erschöpfbare Ressourcen - ist gemeinsam, daß sie die **Kosten des Ressourcenverbrauchs** erhöhen und damit sowohl einen Handlungsanreiz für ein ressourcenschonenderes Verhalten der Konsumenten bewirken als auch ein Signal für die Produzenten setzen, den Ressourcenverbrauch zu senken.

In der öffentlichen Diskussion befinden sich in jüngster Zeit v.a. die Umweltabgaben, so z.B. die:

- Novellierung der Abwasserabgabe,
- die von der EG vorgeschlagene Einführung einer CO₂/Energie-Steuer

Das Leitbild "Abbau sektorspezifischer Hemmnisse" ist im Gegensatz zur Internalisierung externer Kosten kein global wirkendes Mittel und bezieht sich im Unterschied zur Veränderung des Verbraucherverhaltens auf die Wirtschaft und den Staat. Es orientiert sich an der Tatsache, daß der Durchführung umweltentlastender Maßnahmen seitens der Verbraucher und Investoren eine Vielzahl miteinander verbundener Hemmnisse entgegensteht, die nur durch ein abgestimmtes Bündel von Maßnahmen überwunden werden können. Kennzeichen der sektorspezifischen Hemmnisse ist, daß sie je nach Zielgruppe (Branche, Betriebsgröße) unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Entsprechend ist für ihre Überwindung keine Universalstrategie geeignet, sondern es müssen jeweils empirisch abgesicherte, spezifisch angepaßte Konzepte entwickelt werden.

Die Einstellungen der Bevölkerung zum Umweltschutz wurden aus soziologischer Sicht theoretisch und empirisch relativ intensiv erforscht. Aus Sicht anderer Handlungsträger der Gesellschaft wie Wirtschaft und Gebietskörperschaften liegen dagegen kaum Untersuchungen zu Hemmnissen für Umweltschutzinvestitionen vor. Lediglich im Bereich der Energieeinsparung - und damit bei einem Teilbereich der Ressourcenschonung - liegen zahlreiche wissenschaftliche Erkenntnisse vor. Aufgrund zahlreicher Parallelen zur Thematik der Energieeinsparung können daher Ergebnisse aus entsprechenden Arbeiten analog auch für erste Aussagen im Bereich der Umweltentlastung herangezogen werden.

In Industrie und Gewerbe sind nach vorliegenden empirischen Erkenntnissen die Hemmnisse in mittelständischen Unternehmen in der Regel besonders groß. Für die Betriebsleiter stehen dort meist andere Aufgaben als Energieeinsparung oder Umweltschutz im Vordergrund, z. B. Produktion, Qualitätssicherung, Personalführung, Umsatzsteigerung oder Rationalisierungsmöglichkeiten, während in Großunternehmen speziell qualifizierte Fachleute beschäftigt sind und energiesparende Investitionen eher wegen sehr hoher Rentabilitätsforderungen und mangelnden Energiebewußtseins der Entscheidungsträger zu kurz

kommen. Ein wesentliches Hemmnis ist bei kleineren Betrieben häufig das Fehlen energie- bzw. umwelttechnischer Kenntnisse bei den Entscheidungsträgern. Generell gilt, daß die Energieeinsparung um so wichtiger ist, je höher der Energiekostenanteil im Betrieb liegt, also der Preismechanismus wirksam wird. Entsprechendes dürfte für die Umweltseite gelten, wenn durch Verknappungserscheinungen (also Preiserhöhungen), Auflagen, Nachbarschaftsbeschwerden etc. das Augenmerk auf Emissionsminderung gerichtet wird. Rentabilitätsbewertungen, die weit unter der Nutzungszeit liegen, und traditionelle Investitionsprioritäten mit schnelleren Kapitalrückflußzeiten, die Scheu vor Fremdfinanzierung und die fehlende Kenntnis von Beratungs- und Fördermöglichkeiten kommen hinzu.

Ähnliche Hemmnisse bestehen bei (kleinen und mittelgroßen) Kommunen. Auch hier bestehen oft **Kenntnismängel**; kleinere Kommunen können keine eigenen Energie- oder Umweltfachleute beschäftigen. Weitere Restriktionen ergeben sich aus der Finanzknappheit, der Trennung von Investitions- und Verwaltungshaushalt und den politisch gesetzten Investitionsprioritäten.

Bei einem Maßnahmenbündel zur Überwindung der Hemmnisse müssen Staat und Wirtschaft zusammenarbeiten. Notwendig sind vor allem die Motivierung der Betriebsleiter oder Entscheidungsträger, ein verbessertes Beratungsangebot, die Nutzung von Fachverbänden als Multiplikatoren, die Einführung und Unterstützung neuer Finanzierungsmodelle wie z. B. des Contracting, geeignetes Informationsmaterial und Fortbildungsveranstaltungen. Umweltagenturen auf Landesebene könnten dabei eine wichtige Rolle spielen.

Insgesamt ist festzuhalten, daß die Internalisierung externer Kosten ein weithin anerkanntes Prinzip darstellt, mit dessen verstärktem Einsatz zu rechnen ist (unabhängig davon, mit welchen Instrumenten dies erreicht wird). Begleitet werden muß die Internalisierung von einem zielgruppenspezifischen Hemmnisabbau. Allerdings bedarf es noch weiterer, insbesondere sozialwissenschaftlicher Forschungsanstrengungen, um aufbauend auf den im Energiebereich vorhandenen Kenntnissen auch für den Umweltbereich empirisch abgesicherte, zielgruppenspezifische Maßnahmenkonzepte entwickeln zu können, die die Diffusion neuer, ressourcenschonender Technologien unterstützen. Zugleich würde ein derartiger Hemmnisabbau, verbunden mit einer Internalisierung externer Kosten, als Verstärker von Maßnahmen zur Änderung des Verbraucherverhaltens wirken und somit auch dazu beitragen, die erforderliche Akzeptanz von Produkten mit einem ökologischen Design zu verbessern.

4. **Schlußfolgerungen**

Eine nachhaltige Entwicklung erfordert erhebliche Anstrengungen im Bereich der Umweltpolitik und Ressourcenschonung. Hierzu erscheint die Verwirklichung einer Vielzahl von Leitbildern erforderlich zu sein. Allerdings besteht keinesfalls Einigkeit darüber, welche Leitbilder Bestandteil einer sustainability-Strategie sein sollten:

- Unbestritten dürfte sein, daß sustainability den Einsatz moderner Umwelttechniken erfordert.
- Allgemein akzeptiert wird auch das Leitbild einer Schließung von Stoffkreisläufen, allerdings bestehen Kontroversen hinsichtlich der konkreten Ausgestaltung (z.B. hinsichtlich der Notwendigkeit einer Inputsteuerung)
- Vom Prinzip her wird auch ein ökologisches Design von Produkten akzeptiert, es besteht aber keine Einigkeit darüber, wieweit dieses Prinzip zu interpretieren ist und wer für das Produktdesign verantwortlich sein soll. So ist es höchst umstritten, ob der Nutzen von Produkten in Frage gestellt und ein Konsumverzicht Bestandteil der Umweltpolitik sein sollte.
- Der Einsatz marktwirtschaftlicher Instrumente wird zwar von vielen Seiten gefordert, kommt aber nur schleppend voran. Gerade in schwierigen wirtschaftlichen Zeiten kommt der Frage nach dem Zusammenhang von Umweltabgaben und -politik einerseits und Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung andererseits erhöhte Aufmerksamkeit zu.
- Vorrangige Aufgabe wird es sein, den Beitrag abzuschätzen, den die einzelnen Leitbilder zur Erreichung des sustainability-Ziels realistischweise beitragen können. Daran anschließend könnte als nächster Schritt in der sustainable development Diskussion eine **Operationalisierung des Konzeptes** erfolgen, z. B. dadurch, daß die Potentiale für eine ressourcenschonende und umweltentlastende Wirtschaftsentwicklung einschließlich des möglichen Beitrags neuer Technologien im Hinblick auf die Zielsetzung einer dauerhaften Entwicklung untersucht und notwendige Übergangsstrategien formuliert werden.

Literatur

- Angerer, G. et al 1990: Möglichkeiten und Ausmaß der Minderung luftgängiger Emissionen durch neue Umweltschutztechnologien, Bericht des FhG-ISI im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie, Karlsruhe, Januar 1990.
- Angerer, G./Hiessl, H. 1991: Umweltschutz durch Mikroelektronik - Anwendungen, Chancen, Forschungs- und Entwicklungsbedarf, Berlin/Offenbach 1991.
- DECHEMA/GVC/SATW 1990: Produktionsintegrierter Umweltschutz in der Chemischen Industrie, Frankfurt 1990
- Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" 1990: Schutz der Erde, 3. Bericht der Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre", Bundestagsdrucksache 11/8030, Bonn, Oktober 1990.
- Grieshammer, R. (Hg.) 1991: Produktlinienanalyse und Ökobilanzen, Werkstattreihe des Öko-Instituts, Freiburg 1991.
- Gruber, E. 1990: Die Akzeptanz präventiver Politik zur Energieeinsparung zwecks Emissionsminderung in der Bundesrepublik, Studie des FhG-ISI, in: Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" (Hg.), Energie und Klima, Band 10 Energiepolitische Handlungsmöglichkeiten und Forschungsbedarf, Bonn/Karlsruhe 1990, S. 428 - 438.
- Harborth, H.-J. 1989: Dauerhafte Entwicklung (sustainable development). Zur Entstehung eines neuen ökologischen Konzepts, Wissenschaftszentrum Berlin, Berlin 1989.
- Held, M. (Hg.) 1991: Leitbilder der Chemiepolitik, stoffökologische Perspektiven der Industriegesellschaft, Frankfurt/New York 1991.
- Hofrichter, J./Reif, K. 1990: Evolution of environmental attitudes in the European Community, in: Scandinavian Political Studies 13. 1990, Heft 2, S. 119 - 146.
- Hohmeyer, O./Walz, R. u. a. 1992: Methodenstudie zur Emittentenstruktur in der Bundesrepublik Deutschland. Verknüpfung von Wirtschaftsstruktur und Umweltbelastungsdaten, Studie des FhG-ISI im Auftrag des Umweltbundesamtes, Karlsruhe, Juli 1992.
- Jänicke, M. 1988: Ökologische Modernisierung, in: U. E. Simonis (Hg.), Präventive Umweltpolitik, Frankfurt 1988, S. 13-26.
- Kruse, L. 1991: Mensch und Abfall - die Perspektive der ökologischen Psychologie, in: E. U. von Weizsäcker (Hg.), Weniger Abfall - Gute Entsorgung, Karlsruhe 1991.

Prognos/ISI 1991: Konsistenzprüfung einer denkbaren zukünftigen Wasserstoffwirtschaft, Kurzfassung, Untersuchung im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie, Basel/Karlsruhe, Dezember 1991.

RWI 1991: Umweltschutz, Strukturwandel und Wirtschaftswachstum, Essen 1991.

Sachverständigenrat für Umweltfragen 1987: Umweltgutachten 1987, Stuttgart 1987.

Sachverständigenrat für Umweltfragen 1991: Sondergutachten Abfallwirtschaft, Stuttgart 1991.

Walz, R. 1992: Neue Technologien und Ressourcenschonung. Auswertung zentraler Veröffentlichungen insbesondere unter dem Aspekt der Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch, der Rolle neuer Technologien und der Entwicklung neuer Leitbilder, FhG-ISI Bericht, Karlsruhe, September 1992.

Weltkommission für Umwelt und Entwicklung 1987: Unsere gemeinsame Zukunft, Greven 1987.

Zimmermann, K. 1988: Technologische Modernisierung der Produktion. Eine Variante präventiver Umweltpolitik, in: U. E. Simonis (Hg.), Präventive Umweltpolitik, Frankfurt 1988, S. 205-226.

Tab. 1: Entwicklung von Ressourcenverbrauch und Schadstoffemissionen im Verhältnis zum Wirtschaftswachstum (Elastizität μ)

Ressource/ Schadstoff	Höhe der Elastizität μ				
	$\mu < 0$	$\mu = 0$	$0 < \mu < 1$	$\mu = 1$	$\mu > 1$
Aluminium					X
Zink			X		
Zinn			X		
Kupfer			X		
Blei		X			
Nickel					X
Quecksilber	X				
Cadmium	X				
Magnesium	X				
Stahl		X			
Kunststoffe					X
Chlor					X
Natriumhydroxid					X
Salzsäure				X	
Ammoniak		X			
Schwefelsäure		X			
Organ. Chemikalien				X	
Anorg. Chemikalien			X		
Primärenergieverbrauch		X			
Endenergieverbrauch		X			
Strom					X
NOx		X			
SO2	X				
CO2		X			
VOC		X			
CO	X				
Staub	X				
Kühlwasser					X
Häusl. Abwasser		X			
Industrieabwasser	X				
Produktionsabfälle				X	
Hausmüll		X			

(Quelle: Daten des RWI 1991)

Abb. 1: Technischeffekt zwischen 1978 und 1988 für die SO₂- und NO_x-Emissionen (Quelle: ISI 1992, S. 323)

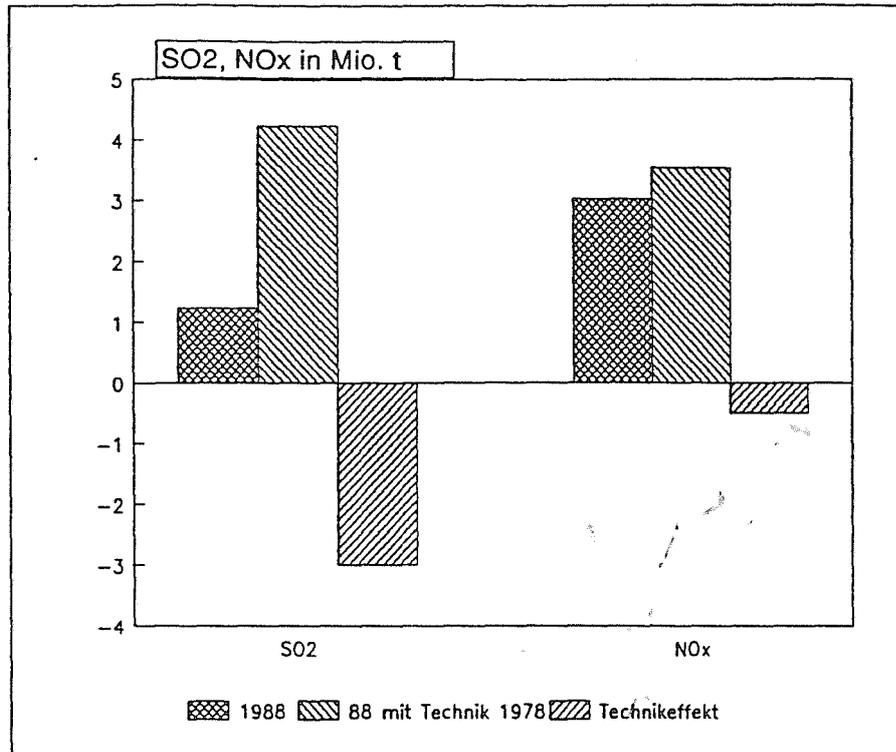


Abb. 2: Technischeffekt zwischen 1978 und 1988 für die CO₂- und VOC-Emissionen (Quelle: ISI 1992, S. 324)

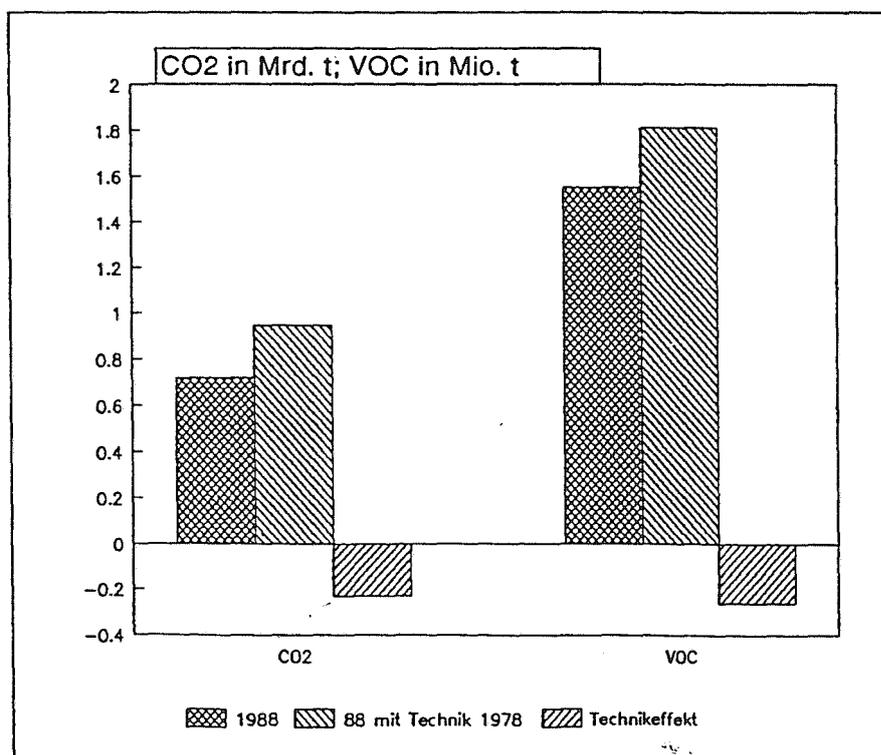


Abb. 3: Modell umweltpolitischer Strategien

Nachsorge		Vorsorge	
Reparatur/ Kompensation von Umwelt- schäden	Additive Umwelt- technik	ökologische Modernisierung durch umwelt- freundliche Technik	ökologischer Struktur- wandel

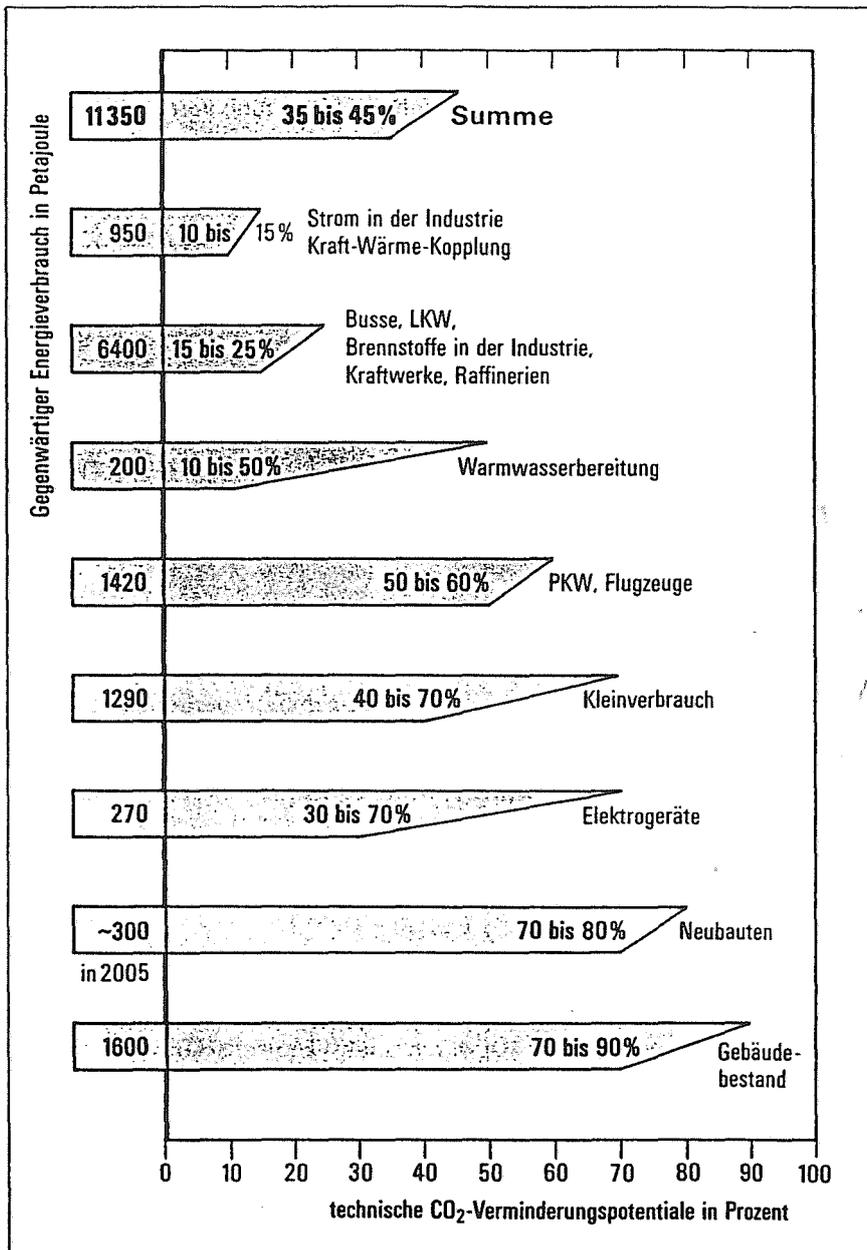
(Quelle: in Anlehnung an Jänicke 1988, S. 15)

Tab. 2: Technische Reduktionsmöglichkeiten ausgewählter Luftschadstoffe gegenüber 1986

Schadstoff	Mengen- einheit	Emission	derzeit technisch erreichbare Emission
Cadmium	t	35	9
Quecksilber	t	38	25
Arsen	t	185	80
Blei	t	890	160
Benzol	t	6610	2250
Chlorierte Lösemittel	kt	245	95
Polychlorierte Biphenyle	t	575	275
Benzo(a)pyren	t	32	13

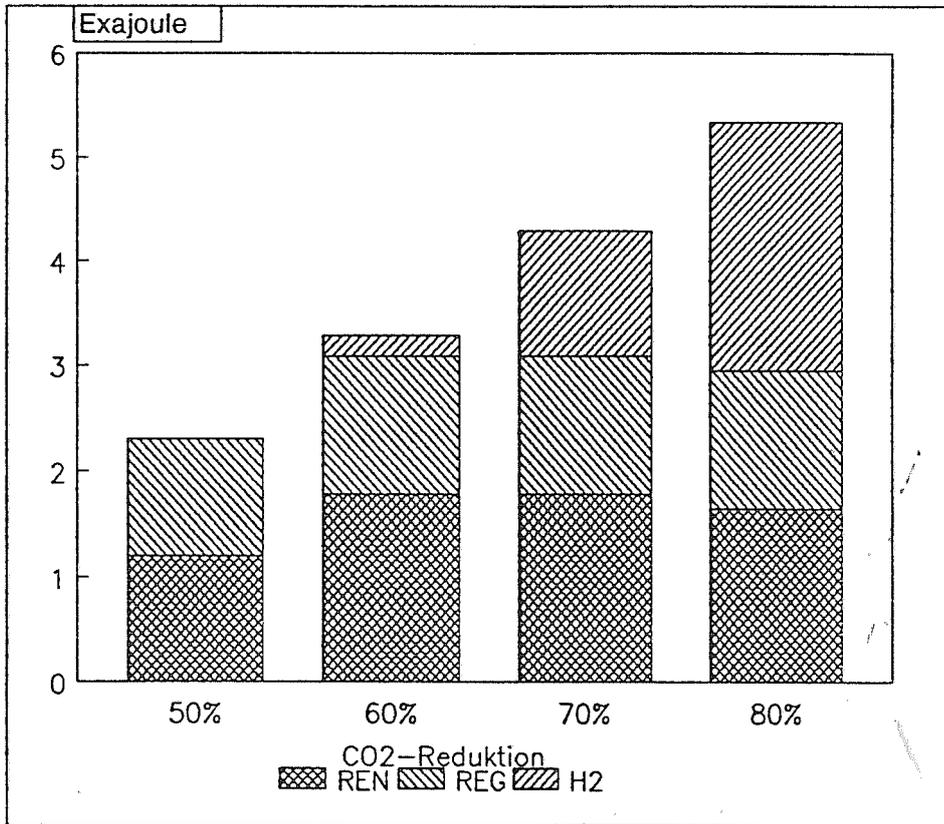
(Quelle: Angerer u.a. 1990, S. 2)

Abb. 4: Technische Potentiale der rationellen Energienutzung

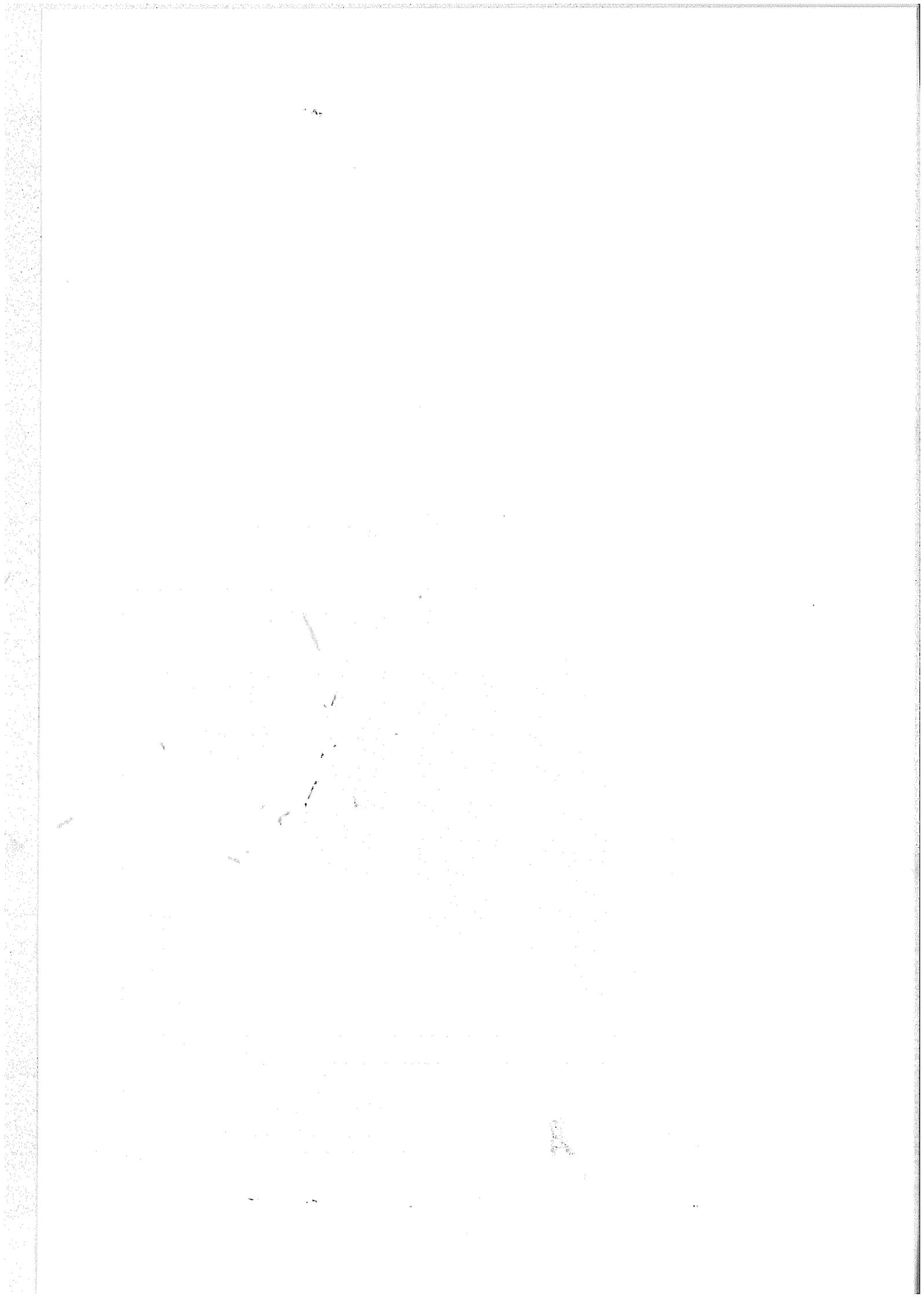


(Quelle: Enquête-Kommission 1990, S. 472)

Abb. 5: Beiträge der rationellen Energienutzung, regenerativer Energiequellen und von Wasserstoff-Techniken zur CO₂-Reduktion im Jahr 2040 in einer optimierten Diversifikationsstrategie



(Quelle: Daten von Prognos/ISI 1991)



Tab. 3: Beispiele für mit mikroelektronischen Techniken erzielbare Emissionsminderungen an der Einzelanlage

technische Maßnahme	Auswirkungen
bestehende Techniken:	
geregelter Drei-Wege-Katalysator	90% Emissionsminderung von NO, CO, Kohlenwasserstoffen
Drehzahlstellung von Drehstrommotoren	50% Stromeinsparung
Elektronische Vorschaltgeräte in Leuchtstofflampen	25% Stromeinsparung
sich in Entwicklung befindende Anwendungen:	
Regelung von Destillationskolonnen	7-8% Energieeinsparung
Ausqualmregelung von UHP-Elektrolichtbogenöfen bei der Stahlerzeugung	3% Stromeinsparung
Regelung des Verbrennungsprozesses in Zementdrehrohröfen	ca. 35% Minderung der NO-Emissionen
Reduktion der Verbrennungsluftmenge in Glasschmelzwannen	70% Minderung der NO-Emissionen
Sensorik und Regelmodelle in Glasschmelzwannen	20-30% Energieeinsparung
bessere Erfassung der Dicke von Kunststoffolien	2-10% Rohstoffeinsparung
On-line Kontrolle von chemischen Nickelbädern in Galvaniken	Verdreifachung der Standzeit der Bäder
intelligente Spritzroboter für Lackieranlagen	25-30% Verbesserung des Auftragswirkungsgrades
verbesserte Leittechnik bei Feuerungsanlagen	10-20% Minderung der SO ₂ - und NO _x -Emissionen
verbesserte Regelungstechnik beim Hausbrand	10-20% Minderung der CO ₂ -Emissionen
Waschmitteldosierung beim Komponentenwaschverfahren	50% Waschmitteleinsparung

(Quelle: Angerer/Hiessl 1991, S. 577/578)

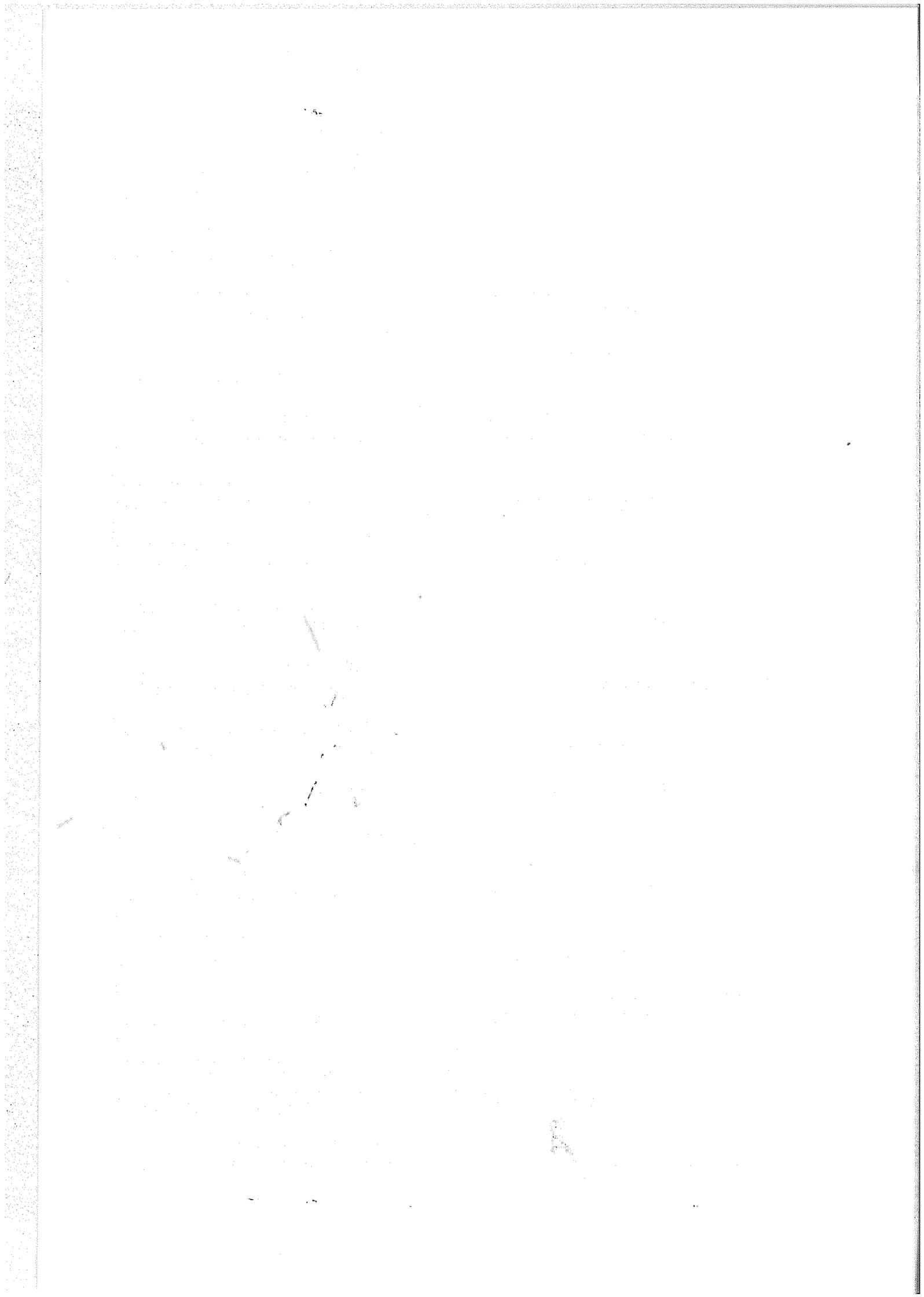


Abb. 6: Ausgewählte Beispiele energiebewußten Verhaltens und verminderter Nachfrage nach Energiedienstleistungen

Beispiele für energiebewußtes Verhalten	betroffener Energieverbrauch ¹⁾ in PJ	verminderte Endenergie-nachfrage in PJ
1. 1 bis 2 °C Temperaturabsenkung im Wohnbereich und Nichtwohnbereich (6 % je °C)	1 500	90 bis 180
2. Reduktion beheizter Wohnfläche bei Abwesenheit und Kälteperioden (10 % der Haushalte mit 20 % Einsparung)	1 000	20 bis 40
3. Verminderung des Warmwasserbedarfs um 10 bis 20 %; Freiluftwäschetrocknen anstelle des Trockners in 5 bis 10 % der Fälle	150	15 bis 30
4. Reduktion des privaten Straßen- und Flugverkehrs (10 bis 15 % von 690 Mrd. Pers.km)	1 100	110 bis 165
5. Abschalten bei Maschinenstillstand, von Reklame, Ampeln, Straßenbeleuchtung bei Nacht, Verpackungsabbau (1 bis 3 %) u. ä. ..	2 500	25 bis 75
6.		
Summe der ausgewählten Beispiele	6 790	260 bis 490 ²⁾ (4%) bis (7%)

¹⁾ Verbräuche der Energiepolitik-Variante 2005.

Quelle: Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" 1990

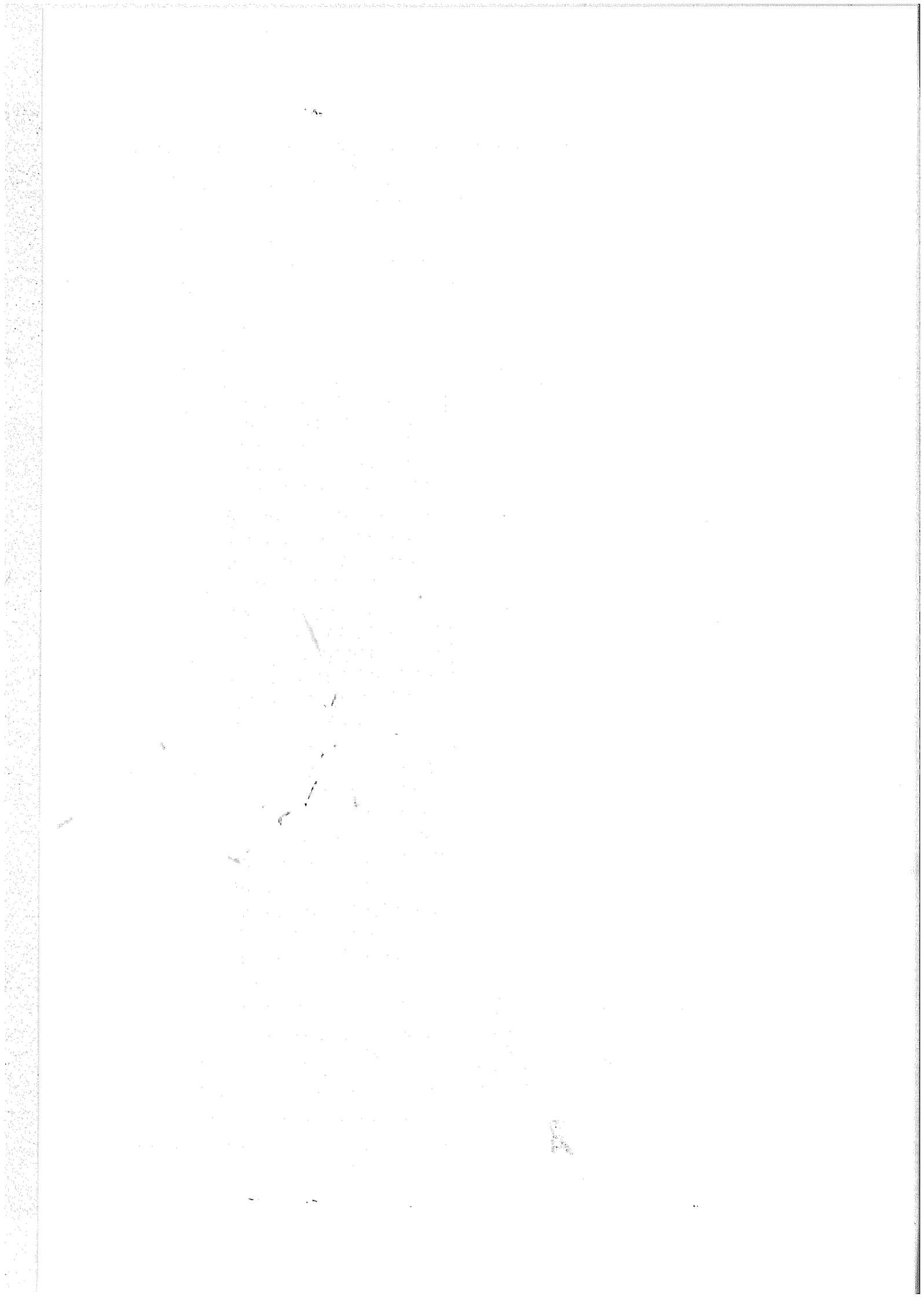
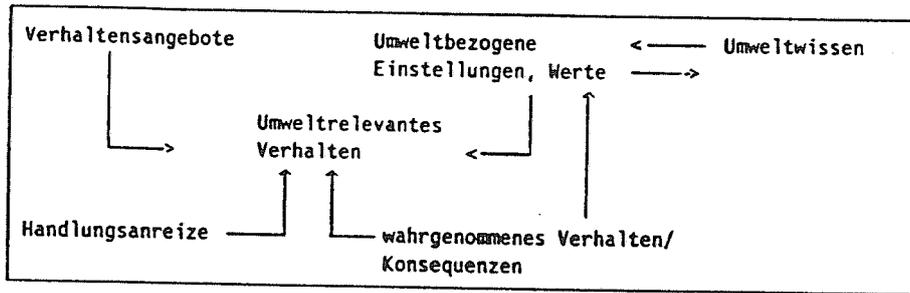


Abb. 7: Bestimmungsgründe für umweltrelevantes Verhalten



(Quelle: Gruber 1990, Seite 433)

