

Egon Hölder und Mitarbeiter

# Wege zu einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung

Ein Diskussionsbeitrag des Statistischen Bundesamtes

Band 16 der Schriftenreihe  
Forum der Bundesstatistik

Herausgeber: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden  
Verlag: Metzler-Poeschel Stuttgart

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**Wege zu einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung:**

Ein Diskussionsbeitrag des Statistischen Bundesamtes /  
Hrsg.: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. Egon Hölder  
und Mitarb. - Stuttgart: Metzler-Poeschel, 1991  
(Schriftenreihe Forum der Bundesstatistik; Bd. 16)  
ISBN 3-8246-0067-6

NE: Hölder, Egon; Deutschland <Bundesrepublik>/  
Statistisches Bundesamt; GT

Erschienen im Februar 1991

Preis: DM 15,80

Bestellnummer: 1030416-91900

ISBN 3-8246-0067-6

Verlagsauslieferung:

Hermann Leins

Holzweisenstr. 2

7408 Kusterdingen

Copyright: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 1991

Alle Rechte vorbehalten. Es ist insbesondere nicht gestattet, ohne ausdrückliche Genehmigung des Statistischen Bundesamtes diese Veröffentlichung oder Teile daraus zu übersetzen, zu vervielfältigen, auf Mikrofilm/-fiche zu verfilmen oder in elektronische Systeme einzuspeichern.

<b>Inhalt</b>	Seite
Egon Hölder Grundlegende Überlegungen zur Zielsetzung einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung . . . . .	5
Hartmut Höh Ansätze zur inhaltlichen Abgrenzung des Umweltbegriffs in einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung . . . . .	13
Frank Dorow Grundprogramm für ein Statistisches Umweltberichtssystem . . . . .	20
Frank Dorow Probleme der monetären Bewertung in einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung . . . . .	34
Hartmut Höh / Peter Roemer Klassifikationen . . . . .	46
Walter Radermacher Das Statistische Informationssystem zur Bodennutzung (STABIS) als Instrument einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung . . . . .	61
Peter Roemer Datenbasis . . . . .	69
Frank Dorow Einige Bemerkungen zu umweltpolitischen Zielsetzungen und zur Ableitung von Öko-Margen im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnung . . . . .	75
 <b>Anhang</b>	
Tabellenvorschläge für zehn Bausteine . . . . .	81
Übersichten zu ausgewählten Klassifikationen . . . . .	129
Exkurs über Umweltindikatoren und Umweltindizes . . . . .	156



Egon Hölder\*)

## Grundlegende Überlegungen zur Zielsetzung einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung

Die Belastung der Umwelt ist heute ein gängiges Thema, dessen Behandlung aber zu häufig die positiven Bemühungen vergißt: Durch verbesserte Entsorgung, durch aktive Umweltschutzmaßnahmen, durch Einführung umweltschonender Produktionsprozesse und durch Energieeinsparungen ist heute in vielen Bereichen die Umwelt in der Bundesrepublik Deutschland in einem besseren Zustand als vor zehn oder zwanzig Jahren.

Im folgenden werden die Grundzüge der Konzeption einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung skizziert. Vorweg sei dazu bemerkt, daß mit dem Aufbau eines solchen Umweltberichterstattungssystems zu einem großen Teil Neuland betreten wird. Es gibt kaum Vorbilder, an denen man sich orientieren könnte. Das bedeutet zum einen, daß wohl nicht damit gerechnet werden darf, das System in einem Zug völlig endgültig entwerfen zu können. Dafür gibt es viel zu viele Probleme. Aber das darf nicht daran hindern, den „großen Wurf“ anzustreben, damit von vornherein eine gemeinsame Zielrichtung entsteht.

Zum anderen ist zu bedenken, daß eine „ideale“ Ausgestaltung eines solchen Systems mit praktischer Vernunft betrieben werden muß und nicht etwa maximalistische Ziele verfolgen darf. Eine brauchbare Lösung kann nur durch einen Kompromiß erreicht werden, der auf einem breiten Konsens beruht. Ähnlich ist es bei den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, die ja auch eine ganze Reihe operationaler Lösungen enthalten, die für manche Analysezwecke problematisch sind. Beispiele hierfür sind die Nichteinbeziehung der Hausarbeit, der Ansatz des Staatsverbrauchs in Höhe der Kosten oder der Ansatz linearer Abschreibungen zu Wiederbeschaffungspreisen als Äquivalent für Verschleiß und Veralten des Kapitalstocks. Auch die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen haben im übrigen sehr bescheiden mit wenigen Konten und Tabellen angefangen, wenn man an das erste OEEC-System von 1952 denkt.

### 1 Zur Notwendigkeit einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung

Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Belastung der Umwelt ist nicht neu. Spätestens seit Anfang der siebziger Jahre sind mit den Arbeiten des Club of Rome die „Grenzen des Wachstums“ in das Bewußtsein der Öffentlichkeit gedrungen.

In den letzten Jahren hat aber - genährt durch spektakuläre Einzelfälle, aber vielleicht auch durch die verstärkte Aufmerksamkeit von Bürgern und politischen Parteien - die öffentliche Diskussion um die Umweltbelastung stark zugenommen. Diese Diskussion zeigt dreierlei:

- Erstens sind mehr Informationen nötig: Objektive Erkenntnisse, die vollständig, neutral, nachprüfbar und gezielt die Lage der Umwelt und ihre Veränderungen im Zeitablauf beschreiben. Zwar gibt es - wenn man die Datenlage prüft - einerseits zu wenig Informationen: Zahlreiche Datenlücken müssen noch geschlossen werden. Auf der anderen Seite liegt eine Informationsfülle vor, zum Beispiel Luftmeßwerte im Halbstundentakt. Solche Daten sind ohne statistische Aggregation und Verdichtung wenig anschaulich.

---

\*) Präsident des Statistischen Bundesamtes, Wiesbaden.

- Zweitens müssen sich die Informationen auf das gesamte Feld der Umwelt beziehen. Punktuelle Betrachtungen einzelner Emissionen helfen nicht weiter. Nur in einem Gesamtsystem sind Gesambelastungen, aber beispielsweise auch Synergieeffekte oder Wechselwirkungen darstellbar.
- Drittens müssen die Daten über den Umweltstatus und seine Veränderung im Zeitablauf auch eine ökonomische Dimension haben. Es sind ja zum großen Teil - wenn auch nicht ausschließlich - ökonomische Aktivitäten, die auf unsere Umwelt einwirken: Die Entnahme und Verarbeitung von Stoffen, die Abgabe von Emissionen, die Umgestaltung der Bodenoberflächen. Es muß deshalb versucht werden, soweit möglich, Verbindungen zwischen den wirtschaftsstatistischen Daten, insbesondere den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, und den Umweltinformationen herzustellen.

Aus diesen Gründen wurde für ein solch integriertes System der Umweltberichterstattung der Arbeitstitel „Umweltökonomische Gesamtrechnung“ gewählt.

An sich läge es nahe, die unmittelbaren Auswirkungen des Wirtschaftsprozesses einerseits und die Aufwendungen der Wirtschaft zum Umweltschutz und zur Entsorgung andererseits als Bestandteil in die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen einzufügen und so das Wirtschaftsergebnis um einen Umweltfaktor zu korrigieren.

Dabei muß jedoch beachtet werden: Die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen in ihrer jetzigen Form sind ein bewährtes Instrument, das die Grundlage für viele wirtschaftliche und wirtschaftspolitische Entscheidungen bildet. Dazu gehört neuerdings auch die Heranziehung des Bruttosozialprodukts zur Ermittlung des Finanzierungsbeitrags der EG-Staaten an die EG. Auf absehbare Zeit könnte zudem auch wohl kaum damit gerechnet werden, den Aufbau der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen weltweit oder wenigstens innerhalb der EG einheitlich grundlegend zu verändern.

Die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen in ihrer jetzigen Form werden in der Bundesrepublik Deutschland relativ schnell nach Abschluß der jeweiligen Berichtsperiode vorgelegt und sind - im internationalen Vergleich gesehen - auch ziemlich genau. Die laufende Einbeziehung von Umweltfaktoren in die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen würde zweifellos die hohe Aktualität und Genauigkeit beeinträchtigen.

Die Umweltökonomische Gesamtrechnung wählt sozusagen einen breiteren Rahmen für die Darstellung:

- Nicht nur die wirtschaftlichen Folgen der Inanspruchnahme der Umwelt, sondern der Zustand der Umwelt selbst und die Veränderungen dieses Zustandes werden beschrieben. Das ist besonders im Hinblick auf die möglicherweise unterschiedliche Situation einzelner Belastungen und einzelner Maßnahmen von Interesse.
- Es gibt über die Einflüsse auf die Umwelt, die aus der nationalen Wirtschaftstätigkeit resultieren, hinaus auch Umweltänderungen aus anderen Quellen: Dazu gehören einerseits spontane, natürliche Umweltveränderungen, wie Großwetterlagen mit Auswirkungen zum Beispiel auf Ernten sowie Erdbeben und Vulkanausbrüche. Andererseits müssen auch diejenigen Umweltbelastungen berücksichtigt werden, die etwa in Form von Emissionen in Luft und Wasser aus unseren Nachbarstaaten „importiert“ werden. Die Salzlasten von Elbe und Rhein, aber auch die Radioaktivitätsbelastung durch das Unglück in Tschernobyl sind bekannte Beispiele.

Ein umfassender Satz von Informationen über den Zustand der Umwelt und die Inanspruchnahme von Umweltressourcen ist für die Gesellschaft von hoher Bedeutung:

- Die Umweltökonomische Gesamtrechnung gibt unter ökologischen Gesichtspunkten Maßstäbe für die Beurteilung des Erfolgs beim Einsatz marktwirtschaftlicher Lenkungsmechanismen auf den Produktionsmärkten und bei der Wahl der einzusetzenden Technik, wie zum Beispiel durch Öko-Steuern und -Abgaben, durch die Erteilung von Umweltlizenzen oder durch den Ausbau des Haftungsrechts.
- Die Kenntnis der Beziehungen zwischen wirtschaftlicher Leistung, Verbrauch an Umweltressourcen und aufgewendeten Leistungen zur Umweltverbesserung ermöglicht es, das wirtschaftliche Wachstumsziel besser einzuschätzen und Konflikte zwischen ökonomischen und ökologischen Zielen darzustellen.
- Daten der Umweltökonomischen Gesamtrechnung können auch die Lenkung staatlicher Mittel beeinflussen. Entsprechende Daten können Argumente für die Höhe der für die Umweltpolitik einzusetzenden Haushaltsmittel, für die Aufteilung dieser Mittel auf einzelne Bereiche, auf Umweltschutzmaßnahmen und auf Forschungsvorhaben liefern. Zudem ermöglichen Angaben der Umweltökonomischen Gesamtrechnung eine effiziente Ausrichtung der Umweltpolitik durch Messung der Erfolge einzelner Maßnahmen unter Verwendung einheitlicher Bewertungskriterien.
- Umweltprobleme berühren viele Bereiche. Die Umweltökonomische Gesamtrechnung bietet deshalb für viele spezifische Politikansätze wichtige Informationen:

In der Industriepolitik sind unter Umweltgesichtspunkten unter anderem Fragen des Strukturwandels, der eingesetzten Produktionstechnologien, der Technologiefolgen, aber auch der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Industrie zu beachten.

Wichtige Themenkomplexe der Energiepolitik sind unter anderem Energieeinsparung, Ressourcenschonung, Risikominderung, Einsatz emissionsarmer und regenerativer Energieträger.

Im Rahmen der Verkehrspolitik geht es im wesentlichen um die Effekte der Erhaltung und des Ausbaus der Verkehrseinrichtungen. Dabei spielen vor allem die künftige Entwicklung des Personen- und Güterverkehrs, die Verteilung auf Verkehrsträger und die sich ergebende Emissionssituation (Abgase, Lärm) sowie Zielkonflikte in der Flächennutzung eine wichtige Rolle.

In der Agrarpolitik sind zum Beispiel Fragen der Emissionsbegrenzung durch umweltschonende Düngung und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, der Gestaltung der Anbausysteme, des Arten- und Biotopschutzes sowie des Erosionsschutzes wichtig.

In der Ernährungs- und Gesundheitspolitik sind vor allem die Exposition des Menschen und die Aufnahme von Schadstoffen durch Lebensmittel und Trinkwasser von Bedeutung. Hohes Verkehrsaufkommen, Wohnen und Arbeiten in Ballungsräumen führen darüber hinaus zu einer spezifischen regionalen Kombination von Belastungen für die Bevölkerung.

## 2 Zielsetzung einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung

Umweltpolitik geht heute zumeist von dem Grundgedanken aus, daß Umwelt ein „knappes Gut“ ist, das im Hinblick auf kurz- und langfristige Folgen nicht unbegrenzt zur Verfügung steht und nicht willkürlich von jedermann ausgebeutet werden darf, wenn die Lebensgrund-

lage zukünftiger Generationen nicht beschädigt oder gar zerstört werden soll. Aus dieser Vorstellung einer Art „Generationenvertrag“ folgt als Zielsetzung für ein Umweltberichtssystem:

- Die Umweltökonomische Gesamtrechnung muß den Zustand der Umwelt und seine Entwicklung quantitativ erfassen und darstellen. Dabei sollen sowohl die Einflüsse menschlicher Tätigkeit auf die Umwelt als auch natürliche Umweltvorgänge einbezogen werden. In einer Übergangszeit muß das System zunächst unvollständig bleiben und anhand ausgewählter Indikatoren dargestellt werden.
- Die Umweltökonomische Gesamtrechnung soll alle relevanten Umweltbereiche einbeziehen, sie soll sowohl regional als auch sachlich gegliedert sein.
- Angestrebt wird zunächst eine Reihe aus Jahreswerten. Es ist aber nicht auszuschließen, daß sich im Zuge der Berechnungen herausstellt, daß die Genauigkeit für jährliche Berechnungen nicht ausreicht, so daß zunächst in längeren Intervallen, also etwa in Fünf- oder Zehnjahreszeiträumen mit entsprechenden Interpolationen für Jahreswerte operiert werden muß.
- Die Konzepte einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung für die Bundesrepublik Deutschland sollten die Entwicklung europäischer und weltweiter Umweltberichtssysteme berücksichtigen, wenn diese rechtzeitig anlaufen, und fördern.
- Die Umweltökonomische Gesamtrechnung wird unabhängig von den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen aufgebaut, es wird aber auf die Verknüpfbarkeit der Eckwerte beider Systeme geachtet.

### 3 Zur Struktur der Umweltökonomischen Gesamtrechnung

Gedanklicher Ausgangspunkt für die Umweltökonomische Gesamtrechnung ist die Erfassung des „Ist“-Zustandes der Umwelt am Anfang einer jeden Rechnungsperiode. Ihm folgen gemessene (eventuell geschätzte) und gewichtete Angaben über Veränderungen. Alle diese Ergebnisse liegen zunächst in der Regel nur in Mengenangaben vor. Ihre zusammenfassende Darstellung, sowohl hinsichtlich der positiven und negativen Auswirkungen auf die Umwelt als auch im Vergleich zueinander, bereitet erhebliche Schwierigkeiten, weil Beurteilungsmaßstäbe für diese mengenmäßigen Entwicklungen gefunden werden müssen. Dabei bietet sich als ein mögliches Instrument die „Monetarisierung“ an. Aber auch die Möglichkeiten einer zusammenfassenden Darstellung in nichtmonetären Größen sind zu untersuchen.

Als Faktoren der Umweltökonomischen Gesamtrechnung sind die Umweltveränderungen in ihrer Bedeutung vor allem für Menschen zu beobachten und zu bewerten. Dieser anthropozentrische Ansatz könnte aber in späteren Ausbauphasen ergänzt werden durch Indikatoren, die zeigen, wie sich Umweltveränderungen auf Tiere, Pflanzen, Mikroorganismen, Gebäude und andere menschliche Werke usw. auswirken.

Umweltveränderungen vollziehen sich in den Lebensbereichen Boden (dazu gehört auch der naturnahe und vom Menschen gestaltete Lebensraum, der Wald etc.), im Bereich Wasser (dazu gehören Oberflächen-, Quell- und Grundwasser, fließende und stehende Gewässer) und im Bereich der Atmosphäre.



Die Änderungen im Status der Umwelt beruhen somit entweder auf Naturereignissen, zum Beispiel Stürme, Brände, Erdbeben, oder auf menschlichen Aktivitäten. Im wesentlichen handelt es sich bei den menschlichen Eingriffen in die Umwelt um die Folgewirkungen von Produktion, Konsumtion und Freizeitverhalten des Menschen.

Hauptsächliche Aktivitäten sind:

- Verbrauch von Rohstoffen,
- Nahrungsmittelproduktion,
- Energieerzeugung und -verwendung,
- industrielle Produktion,
- Bautätigkeit,
- Transport,
- Verbrauch von Gütern sowie
- Wohnen, Reisetätigkeit.

Im wesentlichen lassen sich diese Aktivitäten unter dem Gesichtspunkt der Umweltbe- und -entlastung auf folgende Einflußgrößen reduzieren:

- Entnahme biotischer und abiotischer Ressourcen,
- Umgestaltung der Landschaft und andere Nutzungen der Umwelt,
- Emissionen in die Umwelt in Form von Abluft, Abfällen, Abwasser, Lärm, Radioaktivität.

Mögliche Folgewirkungen sind:

- Ressourcenverknappung bis hin zur Ressourcenerschöpfung,
- Veränderung in den Charakteristiken von Wasser, Boden, Luft,
- Veränderungen in der Zusammensetzung und Lage von Fauna und Flora,
- Veränderungen an Gebäuden u.ä.,
- Gesundheitliche Belastungen des Menschen.

Der Mensch hat die Möglichkeit, die Eingriffe in die Umwelt zu verringern, zu verändern und eingetretene Schäden zu „reparieren“. Maßnahmen werden vom Staat und von der Wirtschaft, aber auch vom einzelnen Bürger vorgenommen. Folgende Maßnahmen kommen im wesentlichen in Frage und können von der Statistik dargestellt werden:

- Ressourcenschonung, -substitution,
- Änderung der Produktionsmethoden,
- Emissionsvermeidung und -verringern,
- Natur- und Landschaftsschutzmaßnahmen und
- Schadensbeseitigung.

## 4 Probleme

In der praktischen Erstellung einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung werden sich erhebliche Schwierigkeiten einstellen, die nur schrittweise zu bewältigen sind und Konzeption und Inhalt der Umweltökonomischen Gesamtrechnung in vielfältiger Weise beeinflussen werden.

Hier seien nur einige der praktischen Schwierigkeiten genannt, die bei diesen Arbeiten auftreten werden:

- Es gibt eine Vielzahl von Detailinformationen, die zusammengesucht und geordnet werden müssen. Die Umweltinformationen und wissenschaftlichen Erkenntnisse über ökologische Zusammenhänge sind zur Zeit über eine Vielzahl nationaler und internationaler Stellen verstreut.
- Aus den Detailinformationen müssen aussagefähige Leitindikatoren für generelle Umweltaussagen ausgewählt und statistisch aufbereitet werden.
- Informationsbeschaffung und -sammlung müssen koordiniert werden. Die Kooperation staatlicher und privater Stellen ist auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene zu organisieren.
- Unterschiedlich abgegrenzte Detailinformationen müssen vergleichbar gemacht werden, d.h. es gibt Probleme durch unterschiedliche Sachabgrenzungen, unterschiedliche Berichtskreise und unterschiedliche Meßmethoden.
- Datenlücken über wichtige Umweltbereiche, zum Beispiel fehlende Qualitätsindikatoren über „Bodengüte“ und über „Grundwasserlandschaften“, müssen durch den Aufbau neuer Informationssysteme und den Ausbau vorhandener Erhebungen und Meßnetze geschlossen werden.
- Datenschutzprobleme müssen durch entsprechende Übermittlungsregelungen gelöst werden.

Es bestehen aber auch Probleme wissenschaftlicher und methodischer Art, die vor allem auf der unvollständigen Kenntnis des Schadstoff-Flusses und der ökologischen Ursache-Wirkung-Beziehungen beruhen.

Beispiele für solche Problembereiche sind etwa:

- Die Fragen im Zusammenhang mit dem räumlichen Schadstofftransport, also die Probleme, die sich aus dem klein- und großräumlichen bzw. grenzüberschreitenden Transport in Atmosphäre, Wasser und Boden ergeben.
- Persistenz und biologische Abbaubarkeit von Schadstoffen.

Im Zusammenhang damit stehen viele Problemkreise, wie etwa die Schadstoffanreicherungen in Boden, Luft, Wasser (zum Beispiel als Schwermetalle und Nitrate im Grundwasser), die Schadstoffaufnahmen und -anreicherungen bei Pflanze, Tier und Mensch über die Nahrungskette (zum Beispiel die Anreicherung von DDT, Quecksilber, Cadmium) sowie die Kombinationswirkungen bei Organismen in Form additiver Wirkungen oder in Form von Synergismen oder von Antagonismen.

- Zu nennen wären auch noch die Langzeitfolgen kleiner Schaddosen und Einwirkungen,
- die Bedeutung kurzzeitiger Spitzenbelastungen,
- die Stabilität und Belastbarkeit von Ökosystemen und
- die Irreversibilität bestimmter Umweltschäden.
- Nicht zuletzt gibt es auch noch erhebliche Zurechnungsprobleme zwischen dem beobachtenden Schaden und der ursächlichen Schädigung. Zum Beispiel läßt sich der Schadstoffbeitrag einzelner Schadstoffe bei einer Vielzahl vorhandener Schadfaktoren oder der Beitrag einzelner Emittenten meist nicht sicher angeben, was mit Fragen des Schadstofftransports, der Stoffumwandlung und komplizierter Reaktionsprozesse in der Natur und bei Organismen zusammenhängt.

Bei der Definition von Umweltindikatoren entstehen ferner methodische Probleme der zugrundeliegenden Umweltqualitätsziele.

Zum Beispiel ist nach Auffassung des Sachverständigenrats für Umwelt die Forderung unerfüllbar, die angestrebte Beschaffenheit der Umwelt durch sektor- und stoffübergreifende, möglichst quantitative Umweltqualitätsziele festzulegen. Nach seiner Auffassung kann es keine sektorübergreifenden Maßgrößen geben, die Qualitäten von Wasser, Boden, Luft in einem einheitlichen Indikator festlegen. Es gibt daher keinen Umweltgesamtindikator, sondern nur Indikatorensysteme. Umweltqualität ist nach Ansicht des genannten Rates ein dynamischer Begriff, der vom Meinungsbild der Bevölkerung und von den Ergebnissen der Ursache-Wirkung-Forschung beeinflusst wird. Über optimale Zustände von Umweltqualität kann daher nicht wissenschaftlich entschieden werden, sondern diese sind in einem Verfahren von Versuch und Irrtum approximativ von Politik und Bürgern zu suchen und zu erproben. Die Abwägung der Ziele hat also politisch oder gesellschaftlich zu erfolgen. Wenn man die These der Sachverständigen akzeptiert, ist die Umweltökonomische Gesamtrechnung im besten Fall ein Modell, das Umweltzustände und -veränderungen nach einem allgemein akzeptierten Verfahren erfaßt, aggregiert und bewertet, also auf Konsens beruht, ohne letztlich wissenschaftlich voll fundiert zu sein.

Wie schon erwähnt, muß versucht werden, zumindest einige Veränderungen im Umweltbereich, wie etwa den Verbrauch an Rohstoffen, Emissionen und Veränderungen der Immissionslage sowie den Aufwand zur Schadensverringerung und Schadensvermeidung (durch Entsorgung, Wiederherstellung usw.) in Geldgrößen auszudrücken. Das ist - anders als in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen - problematisch, weil ein „Markt“ für die Inanspruchnahme von Umwelt fehlt und deshalb auch kein Preis als Lenkungsmechanismus für den Verbrauch von Umweltgütern existiert. Bewertungen anhand anderer Kriterien, zum Beispiel mit Hilfe von sogenannten „Schadensvermeidungskostenkonzepten“, oder „Zahlungsbereitschaftskonzepten“, sind äußerst schwierige Vorhaben, weil diese Bewertungen naturgemäß einen breiten Spielraum lassen.

Dabei ist aber andererseits auch zu bedenken, daß die Ergebnisse einer solchen Umweltökonomischen Gesamtrechnung ja nicht die Lenkungsfunction des fehlenden Preises für Umweltgüter übernehmen sollen, das ist nach der Konstruktion unserer Marktwirtschaft gar nicht möglich. Eine gewisse Fehlermarge erscheint deshalb durchaus akzeptabel.

## 5 Der Arbeitsansatz des Statistischen Bundesamtes

Aus der Zielsetzung und aus den vorher nur angedeuteten Problemen läßt sich unschwer ableiten, daß eine Umweltökonomische Gesamtrechnung nicht von heute auf morgen und auch nur unter Beteiligung von Wissenschaft, Politik und Wirtschaft zu konzipieren und aufzustellen ist.

Das Statistische Bundesamt hat sich im Anschluß an eine Anhörung des Bundestagsausschusses für Wirtschaft im Mai 1989 dazu entschlossen, ein Grundkonzept, entsprechende Klassifikationen und ein Mindestveröffentlichungsprogramm für eine Umweltökonomische Gesamtrechnung zu erarbeiten. Dabei ist es wichtig zu beachten, daß alle diese Arbeiten noch vorläufig sind, also offen für Änderungen und Verbesserungen.

Im folgenden wird ein Grundprogramm für eine Umweltökonomische Gesamtrechnung vorgelegt, das sich in erster Linie mit der Messung und den konzeptionellen Problemen der Ressourcenentnahme, der Emission von Stoffen, der sonstigen Umweltnutzungen, mit der Entsorgung und dem Verbleib von Emissionen beschäftigt, aber auch die Immissionslage

und ihre zeitliche Veränderung in die Betrachtung einbezieht und bestimmte ausgewählte Nutzungen der Umwelt als Standort berücksichtigt. Hinzu kommen Vorschläge für die monetäre Bewertung auf vier Feldern: Rohstoffverbrauch, Emissionen und der Verbleib von Emissionen sowie die Veränderung der Immissionen.

Diese Darstellung wird durch weitere „Bausteine“ über die Aufwendungen für den Umweltschutz, über Extremanlagen im Umweltbereich sowie Vorschläge zu zwei Expertenmodellen abgerundet.

Diese Grundansätze sollen in späteren Arbeitsschritten durch Querdarstellungen ergänzt werden, die sich zum Teil überschneiden. Hierzu rechnen vor allem:

- Gesundheit,
- Nahrung,
- Verkehr,
- Energieversorgung,
- Freizeit,
- Klima und
- Regenerationsprozesse in der Natur, irreversible Prozesse.

Diese Aufzählung zeigt, daß der simple sogenannte „mediale Ansatz“ hier zugunsten einer mehr problemorientierten differenzierten Betrachtungsweise verlassen worden ist, von der anzunehmen ist, daß sie bereichsübergreifende Be- und Entlastungen der Umwelt besser darstellen kann.

Neben den Überlegungen zur Grundkonzeption und zum Aufbau der Umweltökonomischen Gesamtrechnung hat die Arbeit der vergangenen Monate auch erste Antworten auf eine ganze Reihe wichtiger Fragen gebracht:

- Welche Arbeitsschritte für einen effizienten Ablauf der Konzeptionsphase geleistet werden müssen,
- welche Informationsquellen vorhanden und zugänglich sind,
- welche Datenlücken bestehen,
- welche statistischen Arbeiten zur Aufbereitung von Einzelinformationen anfallen,
- welche Anforderungen aus der Forderung nach Verknüpfbarkeit mit den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen resultieren,
- welche wissenschaftlichen Forschungsergebnisse, welche internationalen Vorschläge zur Umweltberichterstattung berücksichtigt werden müssen,
- welche neuen Klassifikationen zur Erfassung und Darstellung von Umweltmedien, Umweltschäden, umweltgefährdenden Tätigkeiten, Aufgabenbereichen zur Umwelterhaltung usw. geschaffen werden müssen,
- welche technischen Meßverfahren in Betracht gezogen werden müssen und
- welche Bewertungsverfahren als praktikabel angesehen werden.

Von den vielen, noch anstehenden Problemen wird das Statistische Bundesamt vermutlich nur einen sehr kleinen Teil selbst lösen können. Aber natürlich hat eine Übersicht der Fragen zu einem erfolgreichen Aufbau eines Umweltberichterstattungssystems schon an sich einen hohen Informationswert. Von einem solchen Informationsstand aus können dann - in Verbindung mit einer Vorstellung über die Grundkonzeption des Berichtssystems - gezielt Forschungsvorhaben, der Ausbau von Meßsystemen, statistische Erhebungen und weitere konzeptionelle Überlegungen in Gang gebracht werden.

Hartmut Höh\*)

# Ansätze zur inhaltlichen Abgrenzung des Umweltbegriffs in einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung

## 1 Zur Notwendigkeit einer inhaltlichen Festlegung

In der Aufbauphase eines neuen Systems ist es sicherlich zweckmäßig, gleich zu Beginn der Arbeiten festzulegen, wie der sachliche Inhalt des Systems bestimmt und abgegrenzt werden soll. Dies gilt gerade auch dann, wenn ein modularer Aufbau des Systems mit vielfältigen Erweiterungsmöglichkeiten gewählt wird.

Die sachliche Abgrenzung von Natur und Umwelt für ein statistisch orientiertes Informations- und Analysesystem für in erster Linie politische und ökonomische Zielsetzungen ist schwierig, vor allem wegen der äußerst komplexen naturwissenschaftlichen Zusammenhänge und der vielfältigen Verbindungen von Natur und menschlichen Aktivitäten. Wichtige Einschränkungen für den zu erfassenden Umweltteil resultieren aus der Begrenzung der Meßbarkeit und der damit eng zusammenhängenden weitgehenden Beschränkung auf statistisch quantitative Aspekte der Umwelt.

## 2 Funktionale Umweltdefinition als Ausgangspunkt

Die folgenden Ausführungen knüpfen an eine funktionale Umweltdefinition an, die für viele Zwecke einen adäquaten Erklärungsansatz bietet und auch ein Hauptkriterium für die inhaltliche Festlegung des Umweltbegriffs in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung liefern kann. Meines Erachtens ist dieser Ansatz - wie später gezeigt wird - als übergeordneter Rahmen für die weitere Einteilung der Arbeiten im einzelnen besonders geeignet. Ungeachtet dessen sind zur tieferen Untergliederung noch zusätzliche, operationale Differenzierungskriterien zu entwickeln.

Im folgenden wird ein Überblick über die Funktionstheorie der Umwelt gegeben. Bei dieser Darstellung folgen wir im wesentlichen der Beschreibung, die der Sachverständigenrat für Umweltfragen in seinem Gutachten 1987 gegeben hat.<sup>1)</sup>

Die Untersuchung von Wirkungen der Umwelt bzw. ihrer Bestandteile auf Lebewesen ergibt Wirkungsgefüge mit vielfältigen Verknüpfungen und ergänzt die räumlich-strukturelle Auffassung der Umwelt gleichrangig durch eine funktionelle Betrachtung. Diese Wirkungsgefüge sind als Ökosysteme definierbar.

Genau wie in der Ökonomie werden in der Ökologie Funktionen in der Regel als Möglichkeiten einer zu erbringenden (Umwelt)-Leistung verstanden, d.h. als Potentiale bzw. in diesem Falle als Naturraumpotentiale. Mit ihrer Hilfe werden Bedürfnisse der Lebewesen befriedigt. Bei Zugrundelegung eines biologischen Umweltbegriffes spricht man von Elementarbedürfnissen wie z.B. Nahrung, Raum, Licht, Luft, Wärme, Wasser, Obdach/Behausung und Information, um diese von kulturellen und zivilisatorischen Bedürfnissen wie z.B. elektrische Energie, Fahrzeuge, Haushaltsgeräte usw. unterscheiden zu können. Zur Dek-

---

\*) Referent in der Abteilung „Produzierendes Gewerbe, Bautätigkeit, Umweltstatistiken“ im Statistischen Bundesamt.

1) Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Umweltgutachten 1987, S. 38 ff., Stuttgart/Mainz.

kung der Elementarbedürfnisse werden im wesentlichen natürliche Ressourcen genutzt. Mit diesem Begriff bezeichnet man eine langfristig verfügbare Quelle lebenswichtiger Umweltgüter.

Grundlegend ist die Erkenntnis, daß jedes Lebewesen seine spezifische Umwelt besitzt, die seine Elementarbedürfnisse erfüllt. Es gibt also nicht „die“ Umwelt, sondern eine Vielzahl von Umwelten.

Letztlich dominieren bei einer anthropozentrischen Betrachtungsweise zwar die Umweltansprüche des Menschen, doch trägt der Mensch mehr und mehr der Erkenntnis Rechnung, daß fast alle anderen Lebewesen seine Umwelt, wenn auch in unterschiedlicher Weise, mitgestalten und daher auch die Umwelten bzw. Umweltansprüche dieser Lebewesen mitberücksichtigt werden müssen.

Die Diskussion von Funktionen hat in der Betrachtung komplexer Umweltbereiche seit einiger Zeit an Bedeutung gewonnen. In der Raumordnung und Landesplanung wird von Daseinsgrundfunktionen ausgegangen (Wohnung, Arbeit, Versorgung, Bildung, Verkehr, Erholung, Kommunikation). In der Forstwirtschaft werden Waldfunktionen ermittelt (Wasserschutzwald, Erholungswald, Wirtschaftswald etc.). Im Zusammenhang mit den Bemühungen um eine Verbesserung des Bodenschutzes werden Bodenfunktionen diskutiert. Es erscheint zweckmäßig, solche Funktionen zu wenigen, plausiblen Hauptfunktionen zusammenzufassen, die für spezielle Zwecke in die zugehörigen Einzelfunktionen aufgliedert werden können.

### 3 Vier Hauptfunktionen der Umwelt

Im allgemeinen werden vier Hauptfunktionen der Umwelt unterschieden, nämlich

- Produktionsfunktionen,
- Trägerfunktionen,
- Regelungsfunktionen und
- Informationsfunktionen.

Die Einteilung dieser vier Hauptfunktionen der Umwelt geht von den folgenden grundsätzlichen ökologischen Erkenntnissen aus:

Jedes Lebewesen bzw. biologische System braucht - neben dem von ihm beanspruchten Lebensraum - als offenes System bzw. Durchflußsystem aus seiner Umwelt stets drei Dinge, nämlich:

- Energie,
- Stoffe verschiedenster Art und Mengen und
- Informationen oder „Signale“.

Jedes Lebewesen gibt diese drei Dinge (in veränderter Form) auch ständig an die Umwelt wieder ab.

- Die Umwelt muß - zusätzlich zum Lebensraum - sowohl die Lieferung als auch die Aufnahme von Energie, Stoffen und Informationen ständig gewährleisten. In der Natur wird dies durch ein autonomes Organisations- und Regelungsvermögen gesichert.

Als Umwelt ist hier die physische Umwelt sowohl in ihrem natürlichen als auch in ihrem durch den Menschen überformten oder veränderten Zustand gemeint. Eine ideale Umwelt wäre eine solche, die alle vier Funktionen am gleichen Ort und zur gleichen Zeit erfüllt.

In den folgenden Abschnitten wird kurz auf die vier unterschiedlichen Funktionen eingegangen. Dabei stehen anthropozentrische Gesichtspunkte im Vordergrund der Betrachtung.

## 4 Produktionsfunktionen

Die Produktionsfunktionen haben die Versorgung der menschlichen Gesellschaft mit Gütern, Produkten und der natürlichen Umwelt zum Gegenstand, um Elementarbedürfnisse zu erfüllen bzw. natürliche Ressourcen verfügbar zu machen. Die Erfüllung der Produktionsfunktionen ist mit Eingriffen in die Umwelt verbunden oder ruft Veränderungen in dieser hervor. Den Produktionsfunktionen entspricht eine Ressourcen-Umwelt (Naturpotential); diese liefert:

- Abiotische Rohstoffe zur energetischen und nichtenergetischen Nutzung
  - Fossile Energieträger, Kernbrennstoffe, Erze, Salze, Baustoffe.
- Biotische Rohstoffe, als Nahrungsmittel und nachwachsender Rohstoff
  - aus wildwachsenden Ressourcen (Ernte ohne Anbau),
  - aus spezifischen Anpflanzungen oder Haltungen von Organismen, die durch Züchtung für den Nutzungszweck hergerichtet werden und dazu Energie und Stoffe aus der Umwelt erhalten.
- Elementargüter
  - Licht und Wärme (Sonnenenergie), Sauerstoff, Wasser(-kraft), Wind.

## 5 Trägerfunktionen

Trägerfunktionen der Umwelt bestehen darin, daß die Umwelt die Aktivitäten, Erzeugnisse und Abfälle menschlichen Handelns aufnehmen und tragen (ertragen) muß. Die Trägerfunktionen sind das Gegenstück der Produktionsfunktionen, weil im Gegensatz zu diesen der Energie- und Stofffluß von der Gesellschaft in die Umwelt gerichtet ist. Die Erfüllung der Trägerfunktionen bedeutet ebenfalls Eingriffe in die natürliche Umwelt und deren Veränderung.

Die Einteilung der Trägerfunktionen folgt zweckmäßigerweise den bereits erwähnten anthropogenen Daseinsgrundfunktionen:

- Trägerfunktion für Wohnen (Wohngebäude),
- Trägerfunktion für gewerblich-industrielle Erzeugung (Fabrik- und Industrieanlagen einschließlich Massentierhaltung),
- Trägerfunktion für Ver- und Entsorgung (Wasserwerke, Kläranlagen, Deponien, Ver- und Entsorgungsleistungen),
- Trägerfunktion für Verkehr, Transport und Kommunikation (Straßen, Eisenbahnen, Flugplätze, Draht- und Rohrleitungen),
- Trägerfunktion für Freizeit und Erholung (Zelt- und Wohnwagenplätze, Sportanlagen, Vergnügungsparks).

Diese genannten Funktionen, die auch als Standortfunktionen (Trägerfunktionen im engeren Sinne) bezeichnet werden können, sollen gegenüber den Aufnahmefunktionen (Trägerfunk-

tionen im weiteren Sinne) unterschieden werden. Die Aufnahmefunktionen stellen den Raum für die aus der Standortnutzung resultierenden bzw. in Kauf genommenen Belastungen der Umwelt zur Verfügung. Dies ist insbesondere der Raum für Emissionen bzw. Immissionen aller Art.

Die Raumannsprüche dieser Trägerfunktionen können örtlich konzentriert auftreten (Ballungsgebiete) oder großräumig verteilt sein. Daher wird häufig auch nach städtisch-industriellen und ländlichen Trägerfunktionen unterschieden.

## 6 Regelungsfunktionen

Regelungsfunktionen werden benötigt, um grundsätzlich wichtige Vorgänge des Naturhaushaltes, die durch Mensch oder Gesellschaft beansprucht oder erwartet werden, im Gleichgewicht zu halten und um die Folgen von Eingriffen aufzufangen oder auszugleichen. Wichtige Regelungsfunktionen sind:

- Säuberungs- oder Reinigungsfunktionen: Abbau von Abfallstoffen, Selbstreinigung der Gewässer, Filterung der Luft durch Wälder, Wasseraufbereitung durch natürliche Bodenpassage;
- Stabilisierung (Regelung im engeren Sinne), z.B. Abschirmung kosmischer Strahlung, Dämpfung klimatischer oder meteorologischer Einwirkungen durch Wälder und Gewässer, Zurückhaltung von Wasser in der Pflanzendecke und im Boden, Verhinderung von Bodenerosion, Speicherung und Unschädlichmachung schädlicher Stoffe im Boden.

Unter dem Begriff der Regelungsfunktion lassen sich auch all diejenigen Funktionen der Umwelt fassen, die zur Koordinierung von Umweltprozessen dienen und somit ein sinnvolles Zusammenspiel der Naturabläufe gewährleisten. Diese Art der Regelungsfunktionen ist somit nicht eng auf einen bestimmten Regelbereich begrenzt, sondern steht vielmehr als übergreifende Organisationsfunktion neben den spezifischen Regelungsfunktionen.

Beispielsweise sichern Organisationsfunktionen den zielgerichteten Ablauf derjenigen Vorgänge, die zur natürlichen Entstehung und Aufrechterhaltung eines Naturraumes (Ökosystem, Biotop) erforderlich sind. Eine Beeinträchtigung von Organisationsfunktionen erfolgt demnach nicht ausschließlich durch Emissionen und Immissionen von Schadstoffen, sondern auch durch Eingriffe in die Lebensräume von Organismen, zum Beispiel durch Flächenzerschneidung oder Verinselung von Biotopen.

## 7 Informationsfunktionen

Informationsfunktionen beschreiben den Fluß oder Austausch von Informationen zwischen Umwelt und Menschen bzw. menschlicher Gesellschaft und anderen Lebewesen. Informationen dienen zur Orientierung, zur Wahl eines bestimmten Verhaltens zur Umwelt und vor allem zur Regelung von Bedürfnisbefriedigungen.



## 8 Nutzung von Umweltleistungen

Aus den verschiedenartigen Umweltfunktionen resultieren zunächst entsprechende Umweltleistungen, die dann für Umweltnutzungen zur Verfügung stehen.

Diese Überlegungen sollen an einem Beispiel erläutert werden: Die Regelungsfunktion der Umwelt erzeugt Prozesse in der Natur, die zum Abbau bestimmter Schadstoffe im Wasserkreislauf führen (Selbstreinigungsprozeß). Die somit bereitgestellte Umweltleistung (Wasserreinigung bzw. Trinkwasser) kann vom Menschen genutzt werden.

In der Übersicht 1 (siehe Seite 18) ist dieser Zusammenhang für die beschriebenen Umweltfunktionen und die sich daraus ergebenden Leistungen in bezug auf die korrespondierenden Nutzungen der Umwelt durch den Menschen dargestellt.

Es wird vorgeschlagen, in das Programm der Umweltökonomischen Gesamtrechnung nur solche Nutzungen einzubeziehen, die infolge der Inanspruchnahme von Umweltleistungen eine Beeinträchtigung nach sich ziehen bzw. eine Einschränkung von Umweltfunktionen unmittelbar oder in Zukunft erwarten lassen.

Nach dieser Abgrenzung wären diejenigen Nutzungen, denen sich der Mensch aufgrund der elementaren Eigenschaften seiner Umwelt nicht entziehen kann, von vornherein nicht zu berücksichtigen, da er trotz seiner Inanspruchnahme keinen (erkennbaren) Einfluß darauf nehmen kann. Zu denken wäre hier etwa an die Nutzung des Sonnenlichts zum Sehen, der Schwerkraft zum Stehen und Gehen, des Platzes zum Stehen, die Nutzung der Natur oder Teilen davon zur Vermittlung eines ästhetischen Genusses oder die Nutzung der Luft zum Atmen.

Die Berücksichtigung von Nutzungen der Umwelt im System der Umweltökonomischen Gesamtrechnung soll demnach dem folgenden Hauptkriterium genügen:

Nutzungen von Umweltleistungen, die zu einer Beeinträchtigung von Umweltfunktionen und somit zu einer Verminderung dieser (oder anderer) Leistungen führen und deshalb Nutzungseinschränkungen zur Folge haben (z.B. vermindern Emissionen von Schadstoffen in wasserführende Bodenschichten die Selbstreinigungskraft und beeinträchtigen die Nutzung des Grundwassers als Trinkwasser). Diese Beeinträchtigungen sollen ohne zeitliche Limitierungen betrachtet werden, d.h. es werden auch Fälle einbezogen, die sich auf eine Verminderung der Leistungen in der Vergangenheit oder in der Zukunft beziehen. So können Vorbelastungen aus der Vergangenheit zu Nutzungseinschränkungen in der Gegenwart oder heutige Aktivitäten zu künftigen Risiken führen. Damit werden zum Beispiel sowohl vorhandene Altlasten aller Art als auch erst in der Zukunft drohende Belastungen berücksichtigt (z.B. Treibhauseffekt).

## 9 Nutzungsarten

Aus den dargestellten Funktionen lassen sich neben der Abgrenzung der Umwelt mit Hilfe des im vorangegangenen Abschnitts dargestellten Hauptkriteriums auch Anhaltspunkte für eine Gliederung der Nutzungen gewinnen. Danach lassen sich unterscheiden:

- Nutzungen der Umwelt als Lieferant von Ressourcen, wie zum Beispiel in Form von Kohle, Holz, Sonnenenergie. Wichtige Gesichtspunkte sind hierbei die entnommenen Rohstoffmengen, die Ressourcenbestände, die Art der Ressourcen nach ihrer Erschöpfbarkeit und die Substituierbarkeit der Ressourcen.

## Übersicht 1 Funktionen, Leistungen und Nutzungen der Umwelt

Funktionen <sup>1)</sup> Leistungen Nutzungen	Produktionsfunktionen <sup>2)</sup> für biotische Ressourcen		Trägerfunktionen <sup>3)</sup> als Standort- funktion		Regelungsfunktionen <sup>4)</sup> als Reinigungs- funktion		Informations- funktionen <sup>5)</sup>
	Elementar- güter	Standort- funktion	Aufnahme- funktion	Reinigungs- funktion	Stabilisierungs- funktion		
Leistungen	Bereitstellung		Bereitstellung des Raumes als		Fähigkeit der Umwelt zu		Bereitstellung bzw. Lieferung von Signalen und Informationen
	biotischer Ressourcen	abiotischer Elementar- gütern von Elementar- gütern	Standort für Wohnen, Produktion, Verkehr u. a.	Aufnahmemedium für die aus der Standortnutzung resultierenden Belastungen	Reinigung, Filterung, Schadstoffabbau etc. (auch Akkumula- tionseffekte)	Stabilisierung, Abschirmung, Ausgleich etc. (Regelung im engeren Sinne)	
Nutzungen	Abbau		Inanspruchnahme des Raumes als		Inanspruchnahme bzw. Überforderung der Regelungsfunktion		Nutzung der Signale und Informationen zur Bedürfnisbe- friedigung
	Entnahme biotischer Ressourcen	Nutzung von Elementar- gütern	Standort z.B. Wohngebiete, Verkehrsraum, Industrieflächen, Ver- und Entsor- gungsnetze usw.	Aufnahmemedium für Emissionen/ Immissionen (z.B. Schadstoff- transport)	Eingriffe in die Lebensräume, Abbau von Schadstoffen, Selbstreinigung von Gewässern, Filterung der Luft, Zurückhaltung von Wasser in Pflanzendecke und Boden, Verhinderung von Bodenerosion		

1) Nach: Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Umweltgutachten 1987, S. 40 ff, Stuttgart/Mainz.  
2) Die Produktionsfunktionen haben die Versorgung der menschlichen Gesellschaft mit Gütern, Produkten und der natürlichen Umwelt zum Gegenstand, um Elementarbedürfnisse zu erfüllen bzw. natürliche Ressourcen verfügbar zu machen.

3) Trägerfunktionen bestehen darin, daß die Umwelt die Aktivitäten, Erzeugnisse und Abfälle menschlichen Handelns aufnehmen und tragen muß (Raumanspruch).

4) Regelungsfunktionen werden benötigt, um grundsätzlich wichtige Vorgänge des Naturhaushaltes, die durch Mensch oder Gesellschaft beansprucht oder erwartet werden, im Gleichgewicht zu halten, und um die Folgen von Eingriffen aufzulösen oder auszugleichen (Regelkreisläufe).

5) Informationsfunktionen beschreiben den Fluß oder Austausch von Informationen zwischen Umwelt und Menschen.

- Nutzungen der Umwelt als Aufnahmemedium für Stoffe (Emissionen), wie Abfälle, Abgase, Abwässer. Wichtige Gesichtspunkte sind hierbei die abgegebenen Stoffmengen und der Zustand der Medien (Immissionslage).
- Nutzungen der Umwelt als Standort und Lebensraum (im weitesten Sinne) für menschliche Aktivitäten, insbesondere für die Gewinnung von Ressourcen (z.B. landwirtschaftliche Erzeugung, Förderung von Kohle), für die Produktion im sekundären Bereich (z.B. von Industriegütern), die Dienstleistungen und für den Verbrauch (z.B. Wohnen, Freizeitaktivitäten).

Wichtige Aspekte sind hierbei:

- Umwandlung von naturnaher in naturferne Umwelt (Grad der Hemerobie);
- der „Natur“ fehlender Raum durch gewerbliche Nutzung (z.B. Luftraum für Flugverkehr);
- konkurrierende Nutzungen (z.B. Flächennutzungen);
- Eingriffe in Regelungsfunktionen der Umwelt (z.B. Verschmutzungen und ihre Folgen);
- Eingriffe in die räumliche Umwelt mit positiven und negativen Auswirkungen (z.B. Zerschneidung von Räumen mit ihren Folgen, Einrichtung und Schutz vor Biotopen).

In diesem Zusammenhang sind auch die in der Literatur erarbeiteten Vorstellungen über den Polyvalenzgrad von Ressourcen von Interesse.<sup>2)</sup>

Polyvalenz bedeutet, daß die Ressource fähig ist, mehrere konkurrierende Nutzungen zu befriedigen, ohne daß ihre Umlenkung in die eine oder andere Verwendungsrichtung mit prohibitiv hohen Umrüstkosten (Sanierungskosten u.ä.) verbunden ist. Hiernach erscheint die Sicherung eines Mindestpolyvalenzgrades von Ressourcen nützlich, weil sie

- irreversible Schäden an Umweltgütern vermeidet,
- hilft, bei konkurrierenden Nutzungsinteressen keine Verwendungsrichtung faktisch endgültig auszuschließen und
- für die künftige Ressourcennutzung Optionen erhält.

Es ist daher vorteilhaft, sich bei der Nutzung der Umwelt nicht auf einige, wenige Nutzungsinteressen zu beschränken, sondern vielmehr den Polyvalenzgrad, d.h. die Fähigkeit ein breites Spektrum konkurrierender Nutzungen zu erlauben, zu betrachten. Damit deckt sich die Polyvalenz als Gütekriterium nicht exakt mit den Gütevorstellungen einzelner Wirtschaftssubjekte. So kann sich der Gütebegriff eines Wirtschaftssubjekts auf seine spezielle Gewässernutzung konzentrieren, während diesem Nutzer der Erholungswert eines Gewässers gleichgültig sein kann. Dies bedeutet, daß die Umweltnutzung zwar die individuellen Nutzungsinteressen einzelner Wirtschaftssubjekte beachten muß, jedoch auch in viel stärkerem Maße die Wünsche anderer Wirtschaftssubjekte zu berücksichtigen hat.

---

2) Karl, H., Klemmer, P., Micheel, B. (1988): Regionale Umweltberichterstattung - Grundlagen nutzungsorientierter Indikatoren zur Beschreibung regionaler Umweltqualität. Beiträge zur Struktur- und Konjunkturforschung, Band XXVII, Bochum.

# Grundprogramm für ein Statistisches Umweltberichtssystem

## Vorschläge zum formalen Aufbau einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung

### 1 Zwei Hauptaufgaben

Eine Umweltökonomische Gesamtrechnung soll

- einen Rahmen bieten, in dem umweltrelevante Informationen miteinander verknüpft werden, wobei einheitliche Konzepte, Definitionen, Klassifikationen und Bewertungen zugrunde gelegt werden und
- umweltrelevante Ergebnisse sammeln, ordnen und auf dem laufenden halten.

Diese beiden Aufgaben stehen als theoretischer Anspruch und als praktischer Inhalt in einem gewissen Spannungsverhältnis zueinander: Der Ausrichtungsrahmen soll ermöglichen, unter bestimmten Zielvorgaben die verschiedenen Angaben der Umweltstatistiken und sonstige umweltrelevante Ergebnisse mit den analytischen Anforderungen an eine effiziente und umfassende Datenbasis im Umweltbereich aufeinander abzustimmen. Das bedeutet unter anderem, daß der konzeptionelle Rahmen für ein solches Informationssystem sehr breit und auf Vollständigkeit zielend angelegt werden muß. Die andere Hauptaufgabe besteht darin, daß ein Informationsthesaurus mit physikalischen und monetären Größen aufgebaut werden soll, und das in möglichst absehbarer Zeit. Daraus folgt, daß zweckmäßigerweise von den bereits vorhandenen Daten im Umweltbereich ausgegangen werden muß, wobei (zunächst) relativ einfache Konzepte zugrunde gelegt werden und der Aufbau komplexer Analysemodelle nicht abgewartet wird, um die Arbeiten nicht zu verzögern.

Es wird deshalb vorgeschlagen, mit einem Grundprogramm zu beginnen, in dem die wichtigsten Elemente für die Behandlung von Umweltproblemen enthalten sind, und weitere Überlegungen in späteren Ausbausritten zu berücksichtigen. Ein solches Vorgehen kann dann später auch die Erfahrungen einbeziehen, die beim Aufbau des Grundprogramms gemacht wurden. Für den formalen Aufbau bietet sich ein System modularer Teile an, das beliebig erweitert werden kann, so daß sowohl innerhalb der vorhandenen Bausteine als auch durch zusätzliche Module neue Gesichtspunkte einbezogen werden können.

### 2 Der konzeptionelle Rahmen

Für die Konzeption einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung gibt es keine fertigen Vorbilder. Der hier im Grundprogramm vorgeschlagene Ansatz hat nur wenig mit dem Konzept des französischen Satellitensystems Umwelt gemeinsam, das von mengenmäßigen Beständen und Veränderungen auf den „Comptes du Patrimoine Naturel“ ausgeht, und es stimmt über weite Strecken auch nicht mit der Vorstellung eines Naturkapitalstocks mit entsprechenden Abschreibungen in den einzelnen Perioden überein.

---

\*) Leiter der Abteilung „Produzierendes Gewerbe, Bautätigkeit, Umweltstatistiken“ im Statistischen Bundesamt.

Eine gewisse Parallelität besteht zwischen den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, die zeigen, wie stringent ein konzeptionell geschlossenes Gesamtsystem auf die Ausrichtung der Basisdaten wirken kann. Aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen ist auch die Grundidee des Kreislaufs übernommen worden. Es ist aber offen, ob sie für Stoffkreisläufe im Umweltbereich auch wirklich fruchtbar werden kann. Die Kausalkette zwischen Ressourcenabbau, Energieeinsatz, Produktion, Emission, Transmission, Exposition, Deposition und Resorption ist im einzelnen häufig nicht sicher oder unbekannt: Hier handelt es sich in der Regel nicht um geschlossene, sondern um offene Kreislaufsysteme. Trotzdem können und sollen aber natürlich Vorstellungen über Natur- und Stoffkreisläufe als konzeptioneller Einstieg für ein Umweltsystem genutzt werden.

Darüber hinaus zeigen aber die Versuche zur inhaltlichen Abgrenzung des Umweltbegriffs, daß ein theoretischer Ansatz, der sich auf Stoffkreisläufe beschränkt, nicht für alle Analyse-zwecke im Bereich der Umweltproblematik ausreichen wird. Die Natur wird vom Menschen nicht nur als Lieferant von Rohstoffen und Ressourcen aller Art und als „Deponie“ für Abfälle und Emissionen aller Art genutzt, sondern auch als „Standort“ (in einem sehr weiten Sinne) für alle wirtschaftlichen und sonstigen Aktivitäten. Diese Nutzungen im Umweltbereich sind äußerst bedeutsam für eine Beschreibung der Belastungen und Knappheiten, so daß der theoretische Ansatz von Stoffkreisläufen in einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung um solche Nutzungsansätze zu ergänzen ist.

Eine solche Ausweitung ist im übrigen nichts Besonderes, wenn man sich klar macht, daß die Ergebnisse der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen einen ähnlich begrenzten Aussagewert für ökonomische Analysen haben. Die Angaben der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen haben in erster Linie die Darstellung konjunktureller Entwicklungen zum Ziel. Ausgehend vom Grundgedanken eines Wirtschaftskreislaufs von Güter- und Geldströmen werden in erster Linie die wirtschaftliche Leistung (soweit sie über den Markt geht) und die damit zusammenhängenden Produktions-, Verwendungs- und Einkommensströme gezeigt. Für viele Analysen reichen diese Daten nicht aus, sie müssen durch tiefere Untergliederungen (z.B. für eine Darstellung des Strukturwandels in der Wirtschaft), durch den Nachweis von Schattenwirtschaftsvorgängen und um Standortbeschreibungen (z.B. für Kosten-Nutzen-Analysen, Standortwahl u.ä.) ergänzt oder ersetzt werden. In Analogie zu den ökonomischen Ansätzen der Standorttheorie kann auch für eine Umweltökonomische Gesamtrechnung die Umwelt als „Standort“, also als regionale Basis für ökologische Prozesse, interpretiert werden. Freilich erscheint die Ableitung von Nutzungen der Umwelt durch den Menschen aufgrund einer „Trägerfunktion“ im Rahmen einer funktionalen Umweltbeschreibung als eleganterer gedanklicher Ansatz.

Ein weiterer Gedanke, der aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen übernommen werden kann, ist die einheitliche Bewertung in DM. Darauf wird später noch näher eingegangen. Es ist durchaus möglich, daß im angestrebten Gesamtsystem sich praktisch die Konzepte einer vollständigen Kreislaufdarstellung und einer durchgehenden monetären Bewertung als nicht oder nur teilweise durchführbar erweisen. Allerdings ist auch in diesem Fall ein solches System als formaler Rahmen für die statistisch-methodische Ausrichtung der Umweltinformationen von hohem Nutzen.

### **3 Die Umweltökonomische Gesamtrechnung als Informationsthesaurus**

Die zweite Hauptaufgabe der Umweltökonomischen Gesamtrechnung ist die Sammlung und Zusammenstellung umweltrelevanter Ergebnisse. Wegen der Vielzahl der bereits vorhandenen umweltrelevanten Forschungsergebnisse und der Forschungsvorhaben so-

wie der Fülle von umweltstatistischen Daten ist es notwendig, die Umweltökonomische Gesamtrechnung im konzeptionellen Aufbau und im statistischen Inhalt so zu konzipieren, daß sie sich variabel und erweiterungsfähig den Entwicklungen anpassen kann. Koordinierte Forschung und Zusammenarbeit verschiedener Institutionen auf dem Sektor der Umweltökonomie werden dafür dringend benötigt.

Es wird vorgeschlagen, die Umweltökonomische Gesamtrechnung in einen Berichtsteil und einen Analyseteil zu gliedern. Im Prinzip sollen für die beiden Teile die gleichen Konzepte und Klassifikationen verwendet werden. Das bedeutet letztlich, daß sich die Art der angestrebten Analysemodelle auf Definitionen und Konzepte des Berichtsteils auswirkt und umgekehrt. Es bedeutet aber auch, daß Analysen mit Konzepten und Definitionen, die im Berichtsteil zum Beispiel aus Gründen der Homogenität nicht untergebracht werden können, sich nicht für das Konzept einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung eignen.

Der Berichtsteil sammelt geeignete, verfügbare bzw. zu beschaffende Daten zur Umweltsituation (hauptsächlich Informationen in physischen Größen), bereitet sie statistisch nach einheitlichen Konzepten im Rahmen aufeinander abgestimmter Klassifikationen auf und führt - soweit möglich und nötig - Bewertungen in DM ein. Damit entsteht ein Fundus an systematisierten Informationen zur Lage der Umwelt, zur Veränderung der Umwelt im Zeitablauf, zum Ressourcenabbau, zu den laufenden und investiven Aufwendungen im Umweltschutz, zu den Entsorgungsarten u.a.m.

Dieses Statistische Umweltökonomische Berichtssystem (STUBS) dient gleichzeitig mehreren Zielsetzungen:

- Laufende Umweltberichterstattung  
Mit ausgewählten Indikatoren wird jährlich ein repräsentatives Bild der Emissionen, der Immissionslage, des Schadstoffverbleibs, weiterer Umweltnutzungen, der Umweltschutzmaßnahmen und -ausgaben, der Expertenbeurteilung der Umweltlage anhand physikalischer bzw. mengenmäßiger Größen und Meßziffern sowie entsprechender DM-Größen aus STUBS abgeleitet. Ein weiterer wichtiger Themenbereich ist der Abbau und Verbrauch biotischer und abiotischer Rohstoffe.
- Grundlage für Analysen auf umweltökonomischem Gebiet  
STUBS stellt Zeitreihen von Informationen bereit, die sich wegen ihrer einheitlichen Klassifikationen, regionalen und gütersystematischen Gliederungen und -soweit möglich- wegen der einheitlichen monetären Bewertung in besonderem Maße für Analysen aller Art auf dem Gebiet der Umweltökonomik eignen. Ergänzend ist auch an die zusammenfassende Bewertung in nichtmonetären Größen, zum Beispiel durch Indizes, zu denken. Dafür müssen allerdings noch geeignete Wägungsschemata entwickelt werden.

Zum Analyseteil gehören vor allem Aussagen, die sich aus der Verknüpfung mit VGR-Daten über die Nutzung von Ressourcen und des Verbrauchs von Gütern in den einzelnen Wirtschaftsbereichen ableiten lassen, aber auch Querschnittsanalysen aller Art, Regionalanalysen, die Verfolgung von Stoffkreisläufen in Wirtschaft und Umwelt sowie von Entsorgungswegen, die Ermittlung von Schadwirkungen bei Organismen und Ökosystemen, von Extrembelastungslagen, die Darstellung grenzüberschreitender Schadstoffströme usw.

### **3.1 Gliederung in ein Grundprogramm und spätere Ausbauprogramme**

Wenn die Umweltökonomische Gesamtrechnung nicht nur ein theoretischer Rahmen für die statistische Ausrichtung bleiben, sondern in absehbarer Zeit zumindest teilweise auch mit Informationen gefüllt sein soll, dann dürfen die Ansprüche in der Aufbauphase nicht zu hoch gesteckt werden. Es wird deshalb vorgeschlagen, in einem Grundprogramm von den

Daten über umweltrelevante Aspekte auszugehen, die schon ansatzweise vorliegen und die auch für praktisch jede Form eines Umweltberichtssystems als Grundinformationen in jedem Fall vorhanden sein müssen. Dazu zählen insbesondere Angaben über die Entnahme und den Verbrauch biotischer und abiotischer Rohstoffe, die Lage der Umwelt und ihre Veränderung im Zeitablauf (dargestellt an bestimmten Immissionsdaten), die durch Produktion und Verbrauch hervorgerufenen Emissionen und Umweltbelastungen sowie über den Schadstoffverbleib. Um die in der Bundesrepublik Deutschland durchaus beachtlichen Aufwendungen zur Erhaltung und Verbesserung des Umweltzustandes darstellen zu können, müssen die Daten über die Umwelt durch Angaben über die Umweltschutzleistungen des Staates und der Wirtschaft ergänzt werden. Es ist weiterhin wünschenswert, den Erfolg von Umweltschutzmaßnahmen beziehungsweise den Umfang von Belastungsminderungen für die Umwelt näherungsweise abschätzen zu können. Als Hilfsgrößen kommen dafür statistische Beschreibungen getroffener Schutzmaßnahmen für die Umwelt nach Art und Umfang in Frage. Dieses Grundprogramm wird in späteren Arbeitsschritten ergänzt und ausgebaut.

### 3.2 Erweiterungsmöglichkeiten durch modularen Aufbau

Da nicht genügend Erfahrung im Aufbau umweltbezogener Systeme vorliegt, wird vorgeschlagen, die Umweltökonomische Gesamtrechnung im Prinzip offen für Änderungen und Erweiterungen zu halten. Es wird deshalb ein modularer Aufbau gewählt, der die Möglichkeit bieten soll, sowohl konzeptionell als auch in der Sammlung der Informationen Erweiterungen vorzunehmen.

Übersicht 1 (siehe S. 24) veranschaulicht den Aufbau der Umweltökonomischen Gesamtrechnung. Das System soll - wie bereits erwähnt - nach allen Richtungen prinzipiell offen sein; es wurde deshalb sowohl für das STUBS als auch für den Analyseteil ein Bausteinsystem gewählt.

Ein solches System hat wichtige Vorteile:

- Die Bausteine können einzeln diskutiert, verändert und weiterentwickelt werden. Korrekturen einzelner Bausteine stellen das Berichtssystem als Ganzes nicht in Frage.
- Die Bausteine können von unterschiedlichen Institutionen, Bearbeitern und Expertenkreisen betreut werden.
- Die Bausteine können zu unterschiedlichen Zeitpunkten fertiggestellt und veröffentlicht werden.
- Das System ist erweiterungsfähig und ausbaubar.

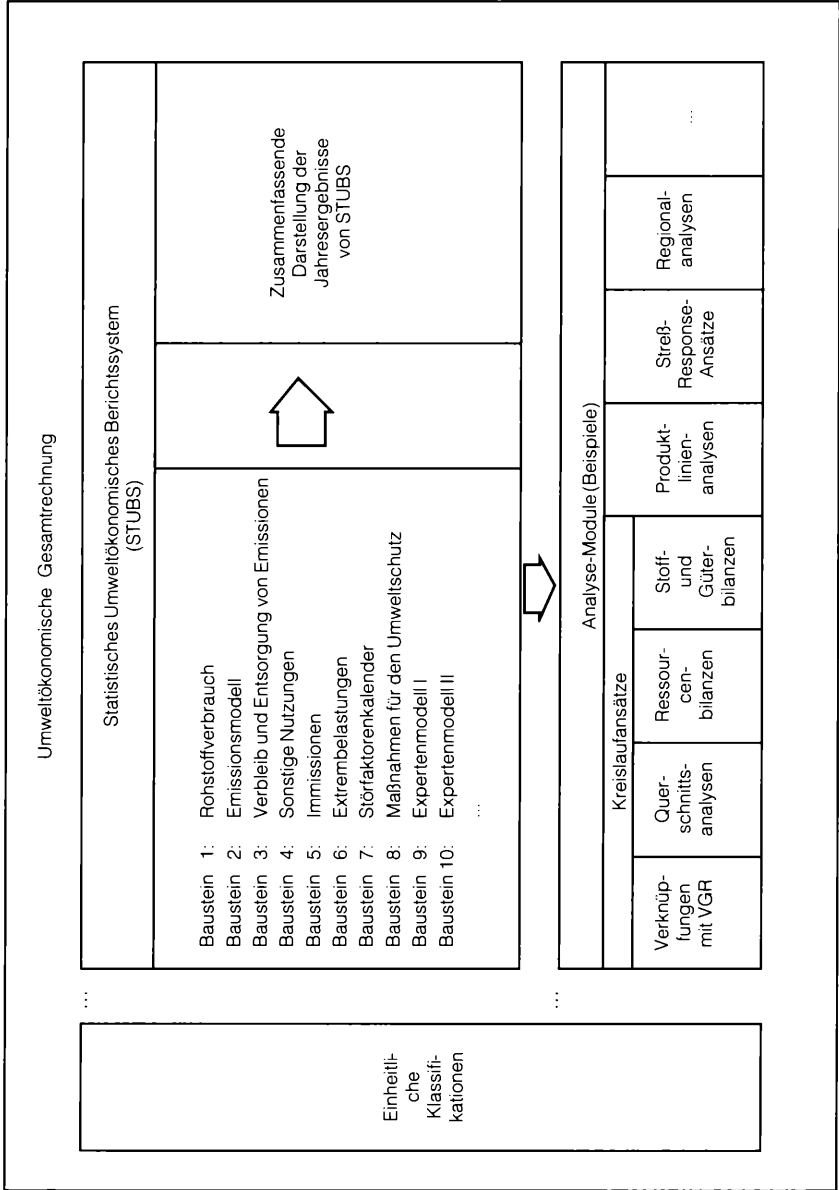
### 3.3 Einschränkungen in den Klassifikationen

Ein wichtiger Teil der Umweltökonomischen Gesamtrechnung sind die Klassifikationen, und zwar in zweifacher Hinsicht:

Erstens sorgen die Klassifikationen für eine einheitliche Systematisierung gleicher Tatbestände im System.

Zum anderen geben sie aber - und das ist sehr wichtig - den Umfang der zu erfassenden Tatbestände an. Sie sind also gleichzeitig die „Liste“ der gewünschten, angestrebten Indikatoren und damit eine wesentliche Beschreibung des sachlichen Inhalts der Umweltökonomischen Gesamtrechnung, also die Abgrenzung der in das System einzubeziehenden Umweltteile.

# Übersicht 1 Aufbau der Umweltökonomischen Gesamtrechnung (UGR)



Analysen außerhalb der UGR (Beispiele)

Technisch-naturwissenschaftliche Ansätze (Ausbreitungsmodelle, Risikoanalysen, Ursachensuchen, Ursache-Wirkungs-Beziehungen)

Rechtlich-politische Ansätze (Zulässige Belastungsstandards, Güterabwägung)



Die Aufstellung geeigneter Klassifikationen ist eines der bedeutsamsten Probleme im angestrebten Bausteinsystem. Diese systematischen Kataloge dienen zur (schematisierten) Abbildung der Realität und bestimmen wesentlich den Inhalt des Berichtssystems in Umfang und Gliederungstiefe. Die Gliederungstiefe hängt ihrerseits von einer Vielzahl von (zum Teil noch unbekannt) Anforderungen ab. Zum Beispiel muß die Liste der ermittelten Schadstoffe in ihrer Gliederungstiefe das Produktionsverfahren, die Entsorgung beziehungsweise den Schadstoffverbleib und die Bewertung mit Schadensvermeidungs- oder Reproduktionskosten berücksichtigen.

Für die Aufstellung der erforderlichen Klassifikationen kann nur zu einem Teil auf vorhandene Systematiken (technische Regelwerte, Richtwerte, Rechtsvorschriften u.ä.) zurückgegriffen werden. Ein großer Teil der Systematiken muß neu entwickelt werden; hier steckt ein großer und arbeitsaufwendiger, aber auch sehr wichtiger Teil der Arbeiten für ein Umweltökonomisches Berichtssystem. Hinzu kommen das noch größere Probleme der Datenbeschaffung in der gewünschten Gliederung und das Anpassen der Gliederung an das beschaffbare Ausgangsmaterial. Die Arbeiten erfordern insgesamt ein beträchtliches naturwissenschaftlich-ökologisches bzw. verfahrenstechnisches Wissen.

Es ist außerdem zu beachten, daß der Umfang der einzelnen Klassifikationen auch den Tabellenumfang beziehungsweise die Zahl der Tabellenfelder bestimmt. Erste überschlägige Rechnungen gehen zum Beispiel davon aus, daß mindestens 12000 Produktionsprozesse unterschieden werden müssen; bei 6000 Schadstoff-/Belastungsarten ergäbe das eine Jahrestabelle mit 72 Millionen Tabellenfeldern, von denen etwa 100000 bis 200000 besetzt sein dürften. Diese Größenordnungen (360 Tabellenbände à 500 Seiten allein für eine einzige Arbeitstabelle im Baustein 2) zeigen, daß selbst ein relativ simples Grundtabellenprogramm einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung bei entsprechend tief gegliederten Systematiken einen hohen Personal- und Maschineneinsatz erfordert.

Bei der Entwicklung der Klassifikationen ist ein Vorgehen von mehreren Seiten anzustreben:

- Es werden die Merkmale zusammengetragen, für die Informationen schon vorliegen,
- es wird auf Klassifikationsvorschläge zurückgegriffen, für die schon Vorschläge vorliegen, und
- es wird eine Liste der Merkmale aufgestellt, die für Analysezwecke benötigt werden, wobei einerseits eine gewisse Vollständigkeit angestrebt werden muß, andererseits aber auf operationale Abgrenzungen zu achten ist.

Die ersten praktischen Arbeiten für ein Grundprogramm werden vermutlich von einer relativ kurzen Liste der Umweltbelastungen ausgehen müssen. Dabei werden zunächst auch bestimmte methodische Schwierigkeiten ausgeklammert; zu denken ist hier an die Behandlung von Ökosystemen als Ganzes.

### **3.4 Monetäre Bewertung für ausgewählte Größen**

Ein wichtiger Bestandteil des Systems ist die monetäre Bewertung, die natürlich die Verknüpfung der Aggregate im System sehr erleichtert und enger macht. Wegen der zum Teil noch ungelösten Bewertungsprobleme müssen zweckmäßigerweise aber physikalische und monetäre Einheiten nebeneinander gesammelt und aufbereitet werden.

Die Vorstellung einer möglichst praktikablen Vorgehensweise im Grundprogramm wird auch für die Bewertung angewendet. Es wird diejenige Bewertungsmethode gesucht, die dem Sachverhalt am angemessensten erscheint. In Betracht kommen vor allem m.E. für

die Entnahme biotischer und abiotischer Rohstoffe die Marktpreise oder Förderkosten, bei den Immissionen die fiktiven und tatsächlich aufgewendeten Reproduktionskosten und bei den Emissionen die fiktiven und tatsächlich aufgewendeten Schadensvermeidungskosten. Das sind Bewertungskriterien, für die entweder Preise oder andere monetäre Angaben vorliegen oder die an vorhandene Kostensätze und Ingenieurwissen anknüpfen, also an Aussagen wie „Die Entschwefelung der Abgase bei der Stromerzeugung kostet pro Kilowattstunde 2 Pfennig“ oder „Das Auswechseln von kontaminierten Böden kostet pro Kubikmeter 800 DM.“

Andere Bewertungsansätze finden aber - wenn erforderlich - ebenfalls Platz in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung.

Wie bereits erwähnt, ist davon auszugehen, daß sich monetäre Bewertungen auf ausgewählte Bereiche beschränken müssen. Dafür sprechen vor allem folgende Gründe:

- Für einen Teil umweltrelevanter Indikatoren gibt es prinzipiell keinen Bewertungsmaßstab (z.B. irreversible Gesundheitsschäden);
- für andere Indikatoren sind operationale Bewertungsmaßstäbe schwer zu finden (z.B. für Nutzungen der Umwelt, die nicht mit Entnahmen von Ressourcen oder Emissionen und anderen Belastungen verbunden sind);
- die Bewertung mit Schadensvermeidungskosten bzw. Reproduktionskostenansätzen durch Gutachter ist aufwendig und wird in der laufenden Beobachtung vermutlich auf ausgewählte Größen zu beschränken sein.

Aus diesen Gründen ist es erforderlich, auch Zeitreihen von Indikatoren in physikalischen Größen zu sammeln. Die fehlende DM-Dimension wirft für diese Daten dann allerdings die Frage nach der Möglichkeit der statistischen Verdichtung auf. In den hier vorgestellten Bausteinen für das Grundprogramm wird vorgeschlagen, Teil- und Gesamtindizes für die zeitliche Entwicklung von Immissionen zu bilden, in dem Gewichte für die Schadstoffbelastungen aus dem Emissionsmodell abgeleitet werden. Zweifellos sind aber auch andere Möglichkeiten der Zusammenfassung von Einzelangaben in physikalischen Größen denkbar; zum Beispiel gibt es einen sehr interessanten Ansatz bei Karl, Klemmer, Micheel (1988), die von positiven und negativen prozentualen Abweichungen gegenüber einer Güternorm ausgehen und vorschlagen, diese prozentualen Abweichungen nach unten oder oben (jeweils getrennt) zu aggregieren.<sup>1)</sup>

## 4 Grundzüge des Statistischen Umweltökonomischen Berichtssystems (STUBS)

Das Grundprogramm geht davon aus, daß bestimmte umweltrelevante Informationen als so wichtiges eingestuft werden, daß sie in jedem Fall in einem Umweltberichtssystem enthalten sein müssen. Dazu gehören, wie bereits erwähnt:

- Der Abbau und Verbrauch von Rohstoffen,
- die Belastungssituation von Boden, Wasser und Luft durch Umweltbeeinträchtigungen aller Art und
- die Emission von Schadstoffen und Abfällen bei der Produktion und beim Verbrauch.

---

1) Karl, H., Klemmer, P., Micheel, B. (1988): Regionale Umweltberichterstattung - Grundlagen nutzungsorientierter Indikatoren zur Beschreibung regionaler Umweltqualität. Beiträge zur Struktur- und Konjunkturforschung, Band XXVII, S. 8, Bochum.

Diese drei Grundinformationen nehmen - wenn man sich die Vielfalt der in Betracht zu ziehenden Umweltfaktoren vor Augen führt - schon einen sehr großen Umfang ein. Trotzdem sind noch einige weitere Informationen für eine Beurteilung der Umweltsituation als Folge des Wirtschaftens erforderlich. Dazu gehören vor allem die Daten über die Aufwendungen zum Umweltschutz, die angeben, welche Vorkehrungen Wirtschaft, Staat und Private Haushalte treffen, um die Umwelt möglichst gering zu belasten, vielleicht sogar um Umweltschäden zu „reparieren“. Zum anderen ist zu beachten, daß statistische Zusammenstellungen von Umweltdaten und entsprechende Bewertungen in der Regel mit Summierungen und Durchschnittsbildungen arbeiten müssen; das bringt bekanntlich den Nachteil mit sich, daß die augenfälligen Extremwerte aus der Betrachtung verschwinden. Diese Extremwerte sind aber im Umweltbereich in vielen Fällen äußerst bedeutsam, zum Beispiel bei Smog-Lagen, Giftalarm für Trinkwasserentnahme u.ä., aber auch im Hinblick auf die Kombination einzelner Belastungen. Es ist daher notwendig, die Durchschnittsbetrachtung durch entsprechende Daten über Häufigkeit und Ausmaß von Extrembelastungen zu ergänzen. Hinzu kommen bestimmte Sondereinflüsse der Natur, zum Beispiel milde oder strenge Winter, Katastrophen und Besonderheiten aller Art, die für die Interpretation der Reihen von Bedeutung sind. Solche Fakten müssen ebenfalls gesammelt werden.

Nicht nur die Aufstellung umweltökonomischer Berichtssysteme ist Neuland, sondern auch die Analyse derartiger Daten. Möglicherweise geben die DM-Werte über die Ressourcenentnahme und die Emission von Umweltbelastungen kein vollständiges Bild der Umweltsituation. Das gilt insbesondere für die Abschätzung irreversibler Prozesse und für bedrohliche Langzeitfolgen, über deren künftigen Eintritt meist nur unsichere Aussagen getroffen werden können. Es erscheint deshalb überlegenswert, die „objektiven“ statistischen Daten zusätzlich durch subjektive Experteneinschätzungen zu ergänzen.

Die genannten Daten stehen zwar in engem Kontext, sind aber systematisch (noch) nicht miteinander verknüpft. Als Form der Sammlung der Zahlen wird deshalb - wie bereits dargestellt - ein Baustein-System vorgeschlagen. Das erleichtert - insbesondere in der Konzept- und Aufbauphase - die Einführung von weiteren Bausteinen und Modulen, die Verwendung von Parallelkonzepten, die Einführung weiterer Klassifikationen und erlaubt die zeitlich und institutionell getrennte Forschung, Bearbeitung und Veröffentlichung.

Die Bausteine benutzen - soweit möglich - gemeinsame Klassifikationen. Dabei ist es durchaus möglich, durch eine gesteuerte Auswahl von Positionen auch Teilergebnisse zu erzeugen, also mit ausgewählten Indikatorensystemen zu arbeiten. Eine solche Vorgehensweise hat den Vorteil, daß nicht abgewartet werden muß, bis die letzte Position für eine Klassifikation gefunden wird und die entsprechenden statistischen Informationen dafür beschafft worden sind.

Sobald erste Ergebnisse des Grundprogramms und entsprechende Erfahrungen vorliegen, kann zum Beispiel abgeleitet werden,

- welche Indikatoren so bedeutsam sind, daß sie laufend oder zumindest zeitweise beobachtet werden müssen;
- für welche Emissionen bzw. Umweltbelastungen oder Produktionsvorgänge natürliche Kreislaufzusammenhänge (vom Ressourceneinsatz bis zur Entsorgung) verfolgt werden müssen;
- wo spezielle Analysen angestellt werden sollten, etwa im Hinblick auf Auswirkungen von Emissionen und Belastungen für Gesundheit, Klima usw..

Die hier vorgestellten Grundtabellen und die erforderlichen Systematiken lassen aber schon erkennen, daß es sich um ein sehr großes und entsprechend aufwendiges Programm handelt. Dabei ist allerdings zu bedenken, daß das System nach dem erstmaligen Ausfüllen auch Möglichkeiten der Straffung der Arbeit bietet:

- Beschränkung auf wenige wichtige Indikatoren. Es ist zu vermuten, daß wesentliche Aspekte über den Umweltzustand und seine Veränderung durch relativ wenige Schadstoff-/Belastungsgruppen bestimmt werden. Eine laufende Umweltbeobachtung könnte sich auf solche ausgewählten Indikatoren beschränken.
- Beschränkung auf die Darstellung in mehrjährigen Abständen. Die meisten Veränderungen der Umwelt gehen (gemessen an den Durchschnittswerten, die hier meist verwendet werden) vermutlich relativ langsam vor sich. Eine vollständige Bestandsaufnahme des Umweltzustandes ist deshalb möglicherweise nur in größeren Intervallen erforderlich.

Diese beiden Möglichkeiten, den Aufwand für die statistischen Arbeiten, den Befragungsaufwand und die aufwendige Bewertung durch sachliche und zeitliche Beschränkungen zu vermindern, setzen allerdings die einmalige grundlegende Information über den Umweltzustand voraus. Ohne diese Einstiegsleistung kann eine entsprechende Wahl gezielt und begründet nicht getroffen werden.

## 5 Zehn Bausteine des Umweltstatistischen Berichtssystems

Im folgenden werden zehn Bausteine des Grundprogramms für ein Statistisches Umweltberichtssystem kurz skizziert; sie werden in Tabellenform außerdem im Anhang dieses Bandes dargestellt (siehe S. 81 ff.).

Baustein 1 faßt Angaben über den Abbau und den Verbrauch von biotischen und abiotischen Primär- und Sekundär-Rohstoffen und Elementargütern (wie Sonnenenergie, Wasser, Luft u.ä.) zusammen, und zwar sowohl über den Abbau inländischer Ressourcen als auch über den Verbrauch inländischer und ausländischer Ressourcen.

Dabei wird unterschieden zwischen biotischen Ressourcen, bei denen in erster Linie die Nettoentnahme interessiert, also die Differenz zwischen der Entnahme und dem in der Berichtsperiode nachwachsenden Teil, und abiotischen Ressourcen. Unter dem Gesichtspunkt ihrer Erschöpfbarkeit sind nichtregenerierbare Ressourcen eigentlich unbezahlbar; andererseits werden sie als Sekundärrohstoffe durch Recycling wiedergewonnen, und es sind im Laufe der Geschichte bisher immer Substitutionen für knapper werdende Rohstoffe gefunden worden. Deshalb wird vorgeschlagen, in diesem Baustein auch eine „Gegenrechnung“ aufzumachen und Aufwendungen für Grundlagenforschung zur Ausweitung der Ressourcenmengen, der besseren Nutzung von Rohstoffen und zum Ersatz von Rohstoffen und Energie ebenfalls zu berücksichtigen.

Dargestellt werden Mengen und Werte. Die Bewertung erfolgt im Prinzip zu Marktpreisen. Nicht dargestellt werden in diesem Baustein die Ressourcenbestände und deren Wert.

Der Baustein 2 behandelt Emissionen und ihren Zusammenhang mit den Produktionsprozessen, bei denen sie entstehen. Ausgangspunkt für dieses Modell sind dabei nicht die nur sehr aufwendig zu beschaffenden Emissionsdaten an den emittierenden Anlagen, sondern die Angaben, die aus der Kombination von Produktionsdaten und (durchschnittlichen) Emissionskoeffizienten gewonnen werden können. Soweit nach dem vorherrschenden Stand der Produktionstechnik Emissionen nicht durch integrierte Maßnahmen vermieden werden, soll hier der Anfall von Emissionen im Zuge von Produktions- und Verbrauchsprozessen eingesetzt werden, also die Emission vor einer eventuellen Entsorgung. In dieses

Modell wird auch der produktionsbedingte Ressourceneinsatz einbezogen, so daß sich ein modellmäßiges Gesamtbild für den Verbrauch von Rohstoffen und die Emission im Zusammenhang mit der Produktion einzelner Güter ableiten läßt. (Es wird hier noch darauf verzichtet, den gesamten Input für die einzelnen Produktionsprozesse darzustellen. Das bleibt den noch zu entwickelnden Input-Output-Tabellen vorbehalten.)

Die Entwicklung der Emissionskoeffizienten im Zeitablauf spiegelt dabei die Verbesserungen oder Verschlechterungen auf dem Gebiet der technischen Emissionsvermeidung wider. Neben der Darstellung von Mengen wird auch ein monetärer Nachweis vorgeschlagen. Zur Bewertung kommen vor allem Schadensvermeidungskosten der Periode in Betracht, also die hypothetischen Aufwendungen, die erforderlich wären, um die Emission auf eine vorgegebene Normgröße oder ähnliches zu senken.

Baustein 3 ergänzt die Ergebnisse des Emissionsmodells in Baustein 2 um Angaben über den Verbleib der Emissionen, die entweder entsorgt, in Recyclingverfahren wiedergewonnen oder frei in die Umwelt emittiert werden. In diesem Baustein werden sowohl Emissionsmengen aus dem Emissionsmodell als auch statistisch erfaßte Emissionsmengen dargestellt und unter Umständen miteinander verglichen. Deshalb bieten sich für die monetäre Darstellung zwei Bewertungsmaße an:

- Für die entsorgten (und statistisch erfaßten) Emissionen die Entsorgungskosten bzw. Recyclingkosten und
- für die nichtentsorgten Emissionen die fiktiven Schadensvermeidungskosten aus Baustein 2.

Im Baustein 4 werden sonstige Nutzungen dargestellt. Der Begriff der Nutzung der Natur kann als Oberbegriff für alle „Benefits“ gelten, die der Mensch von seiner natürlichen Umwelt empfängt oder sich verschafft. Dabei kann die Skala sehr weit gespannt gedacht werden: Von der Atemluft oder dem Platz und der Schwerkraft zum Stehen über die Entnahme von Rohstoffen bis hin zum ästhetischen Genuß einer Landschaft. Dieser weite Nutzungsbegriff erfordert deshalb Abgrenzungen, welche Teile wo und wie in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung dargestellt werden sollen. Ein Teil der Nutzung ist schon in den Bausteinen 1 (Rohstoffverbrauch), 2 und 3 (Umwelt als Aufnahmeplatz für Emissionen) untergebracht. Übrig bleiben „Sonstige Nutzungen“, also Nutzungen, die weitgehend mit der Rolle der Natur als „Standort“ für menschliche Aktivitäten aller Art, also als „Lebensraum“, verbunden sind.

In diesen Baustein sollen nur solche Nutzungen einbezogen werden, die nicht bereits in anderen Bausteinen berücksichtigt sind. Hinsichtlich ihrer Auswahl und Abgrenzung wird deshalb vorgeschlagen, im Baustein 4 nur Nutzungen der Umwelt als „Standort“ (im weitesten Sinn) für menschliche Aktivitäten (insbesondere Gewinnung von Ressourcen, Produktion im sekundären und tertiären Bereich, Verbrauch und ähnliche Aktivitäten) aufzunehmen, wenn eines (oder mehrere) der folgenden Kriterien betroffen ist:

- Knappheiten oder Kapazitätsgrenzen im Umweltbereich,
- konkurrierende Nutzungsmöglichkeiten,
- Nutzungen der Umwelt, die mit Eingriffen in die Regelungsfunktion der Umwelt verbunden sind,
- Nutzungen, die mit Eingriffen positiver oder negativer Art in die räumliche Umwelt verbunden sind.

In den meisten Fällen ist die Nutzung der Natur frei. Der Preis, der zum Beispiel für Nutzungen als Entgelt für Eigentumsrechte gezahlt wird, sollte nicht als Kriterium für die Einbeziehung von Nutzungen in die Nutzungsklassifikation angesehen werden.

Die Bewertung von Umweltnutzungen ist wegen ihrer Eigenschaft als freie Güter und der Unmöglichkeit, pauschal eine Beurteilung der Nutzung unter ökologischen Gesichtspunkten abzugeben, schwierig. Das Hauptgewicht in diesem Baustein liegt deshalb auf der mengenmäßigen Darstellung. Dabei handelt es sich überwiegend um Bestandsgrößen (Nutzungen zu einem Stichtag) und um die Veränderung dieser Größen im Zeitablauf.

Baustein 5 zeigt anhand bestimmter Umweltmeßwerte für Boden, Wasser, Luft, Strahlung, Lärm u.ä. die tatsächliche Umweltsituation und ihre Veränderung im Zeitablauf.

Es gibt eine Fülle von Immissionsdaten, die zur Beschreibung der Lage der Umwelt dienen können. Dazu ist es notwendig, die Angaben statistisch zu verdichten, also vor allem zeitliche und regionale Durchschnitte zu bilden, und Meßziffernreihen für die einzelnen Indikatoren zu errechnen. Es soll versucht werden, mit Hilfe eines Gewichtungsschemas aus dem Emissionsmodell (Baustein 2) auch Meßziffernreihen zusammenzuwiegeln.

Es wird vorgeschlagen, neben den Indikatorenreihen auch Werte darzustellen. Als Bewertungsmaß werden periodenbezogene Reproduktionskosten besonders geeignet angesehen, also die hypothetischen Aufwendungen für die Wiederherstellung des Umweltzustandes am Beginn der Berichtsperiode. Dabei ist es gleichgültig, ob die gesamte kumulierte Belastung der Umwelt in zwei Berichtsperioden bewertet und verglichen wird oder ob die Bewertung an der Zu- und Abnahme der Umweltbelastung gegenüber der Vorperiode ansetzt.

Baustein 6 stellt Informationen über Extrembelastungen der Immissionslage zusammen. Es wird davon ausgegangen, daß die zeitlichen und geographischen Durchschnitte nicht für alle analytischen Zielsetzungen ausreichen, um die Lage der Umwelt und ihre Veränderungen im Zeitablauf zu beschreiben. Deshalb müssen die Daten im Baustein 5 durch Angaben über Art, Ort, Ausmaß und Häufigkeit von Spitzenbelastungen und Belastungskombinationen ergänzt werden.

In Baustein 7 werden in einer Art Kalendarium außergewöhnliche Störungen (Emissionen) zusammengestellt, wie durch die Natur ausgelöste Ereignisse (z.B. Hochwasser, Erdbeben) oder durch den Menschen verursachte Störungen (z.B. außergewöhnlich hohe Emissionen von Kernkraftwerken, chemische Industrie). Dabei wird versucht, auch die quantitativen Auswirkungen abzuschätzen.

Baustein 8 sammelt die Informationen über die monetären Aufwendungen der Sektoren und Wirtschaftsbereiche für den Umweltschutz. Dabei werden sowohl laufende Aufwendungen als auch Investitionen (und wenn möglich daraus abgeleitete Abschreibungen) dargestellt. Wünschenswert wäre außerdem eine Untergliederung der Aufwendungen nach der Art der Aufwendungen, zum Beispiel ob es sich um emissionssenkende oder ressourcensparende Maßnahmen oder um die Reparatur bereits eingetretener Umweltschäden handelt.

Die Bausteine 9 und 10 enthalten den Vorschlag für zwei Expertenmodelle, mit denen die objektiven Daten der Bausteine 1 bis 7 ergänzt werden können. Das Expertenmodell I schreibt ein von Experten bestimmtes Gewichtungsschema mit der mengenmäßigen Entwicklung ausgewählter Emissionen u.ä. fort und kommt so zu einem Index, der die Veränderung im Umweltzustand widerspiegeln soll (Baustein 9). Das Expertenmodell II sammelt Beurteilungsnoten für ausgewählte Umweltindikatoren und ermöglicht einen zeitlichen Vergleich dieser Beurteilung (Baustein 10).

Die folgende Übersicht 2 (siehe S. 32/33) faßt den Inhalt der Bausteine synoptisch zusammen.

## 6 Die Analysemodule in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung

Es gibt eine Reihe analytischer Modelle, die zum Standard auf dem Gebiet der Umweltforschung und -analyse zählen. Dazu gehören zum Beispiel Ressourcen- und Stoffbilanzen, Produktlinienanalysen, Querschnittsanalysen auf den Feldern Gesundheit, Klima, Landschaftsschutz, Verkehr und Tourismus u.ä. Darüber hinaus sind vermutlich andere Forschungsansätze vorgelegt oder in Arbeit, die hier noch unbekannt sind, die aber von Thema, Aufbau und Bedeutung als Teil einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung angesehen werden müssen und auch in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden sollten.

Daraus ergibt sich eine Wechselwirkung zwischen dem Berichtsteil und dem Analyseteil der Umweltökonomischen Gesamtrechnung:

- Analysen beziehen Daten aus dem Berichtsteil und verknüpfen sie gegebenenfalls mit anderen Ergebnissen;
- der Berichtsteil wird erweitert und ergänzt um wichtige Analyseergebnisse, aber auch um Basisdaten, die von dem Analyseteil als erforderlich signalisiert werden. Hier ergibt sich ein breites Feld der Zusammenarbeit mit der wissenschaftlichen Forschung auf dem Umweltgebiet.

Ein sehr bedeutender Teil der Umweltökonomischen Gesamtrechnung besteht zweifellos in der Verknüpfung von Umweltdaten mit Angaben der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. Das betrifft insbesondere die Schnittstellen zwischen der Produktion in der Gliederung nach Gütern und Wirtschaftsbereichen einerseits und den mit der Produktion zusammenhängenden Ressourcenverbräuchen und Emissionen andererseits sowie die Aufwendungen für den Umweltschutz, die als laufende Vorleistungen oder als Investitionen in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen berücksichtigt sind.

Im Rahmen der konzeptionellen Weiterentwicklung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen wird an einem sogenannten Satellitensystem Umwelt gearbeitet, welches das bewährte bisherige System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen möglichst weitgehend unverändert beibehalten soll und Umweltaspekte nur ergänzend einführt. Diese konzeptionellen Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen. Es ist aber anzunehmen, daß ein nicht unerheblicher Teil aus dem Statistischen Umweltökonomischen Berichtssystem gespeist werden kann, sobald die Aufbauphase abgeschlossen ist und die Klassifikationen eine gewisse Vollständigkeit erreicht haben. Es ist deshalb eine enge Zusammenarbeit bei der konzeptionellen Entwicklung der beiden Systeme geboten.

## Übersicht 2 Das Statistische Umweltökonomische Berichtssystem (STUBS) als Teil einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung

Bausteine	Ausgangsgröße	Rechenoperationen	Ergebnisse	Erforderliche Klassifikationen <sup>1)</sup>
1 Rohstoffverbrauch	Entnahme/Verbrauch abiotischer Rohstoffe in der Berichtsperiode im Inland (Mengen)  Nettoentnahme/Nettoverbrauch biotischer Rohstoffe in der Berichtsperiode im Inland	Bewertung zu Marktpreisen bzw. Einfuhrpreisen	- Wertmäßiger Ansatz für die Entnahme bzw. den Verbrauch von Rohstoffen aus dem Inland und Ausland (unter Berücksichtigung von Regeneration sowie Forschungsaufwendungen u.ä. für Substitution und Streckung abiotischer Rohstoffe)  - Nicht dargestellt: Wert der Rohstoffbestände	2, 11, 16
2 Emissionsmodell	Produktion/Verbrauch von Gütern (Mengen) Mengenspezifische Koeffizienten für Emissionen und Ressourceninput bei Produktion/Verbrauch von Gütern (= Produktionsprozesse) Tatsächlich gemessene oder im Verwaltungsvollzug gemeldete Emissionen (soweit vorhanden)	Bewertung mit vergleichbaren Schadensvermeidungskosten	- Emissionen und Ressourcenverbrauch (Mengen) bei der Produktion/Verbrauch - Wertmäßiger Ansatz	2 bis 9, 14, 16
3 Verbleib und Entsorgung von Emissionen	Daten über Emissionen (Mengen) in der Gliederung nach Produktionsprozessen (= Güter) und nach Verbleib	Bewertung zu Schadensvermeidungskosten (aus Baustein 2) und mit tatsächlichen Ausgaben	- Vergleichbare Kosten von Entsorgungswegen - Entsorgungswege nach Art der Güterproduktion	3 bis 10, 14, 16
4 Sonstige Nutzungen	Nutzungen der Umwelt, die nicht bereits in anderen Bausteinen erfaßt sind, sofern sie bestimmte Kriterien erfüllen	- Bildung von Durchschnitten - Maßzifferreihen	Beschreibung der sich aus sonstigen Umweltnutzungen ergebenden Einschränkungen, Darstellung von Kapazitäten und Auslastungen	1, 16



5 Immissionen	Immissionsmessdaten (Boden, Wasser, Luft, Strahlung, Lärm, Erschütterungen u.ä.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bildung von Durchschnitten, Ableitung der absoluten Veränderung von Schadstoffen/ Belastungen gegenüber Vorperiode (falls möglich)</li> <li>- Maßzifferreihen</li> <li>- Bewertung der im Berichtszeitraum gegenüber der Vorperiode eingetretenen Belastungen mit vergleichbaren Reproduktionskosten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zeitreihen für Immissionen (physikalische Größen)</li> <li>- Weitmäßiger Ansatz der Kosten der Immissionsveränderungen gegenüber der Vorperiode im Inland</li> <li>- Nicht dargestellt: Kosten der Immissionslage</li> </ul>	3 bis 9, 16
6 Extrembelastungen	Immissionsdaten	Häufigkeit von Extremlagen in zeitlicher und geographischer Hinsicht. Zusammentreffen mehrerer Extrembelastungen	Daten über die Extrembelastungen ergänzen die Ergebnisse der übrigen Bausteine insbesondere des Bausteins 5	12, 16
7 Störfaktorenkalendar	Daten über anomale Entwicklungen im Emissionsbereich	Abschätzung der Auswirkungen mit Daten über Emissionen und Ressourcenverbrauch	Daten über Störfaktoren erleichtern das Auffinden von Sonderentwicklungen in den Zeitreihen	13, 16
8 Maßnahmen für den Umweltschutz	Laufende Aufwendungen und Investitionen für den Umweltschutz, physische Maßnahmen	Ermittlung von Kapitalstock und Abschreibungen	Maßnahmen für den Umweltschutz in der Berichtsperiode in der Gliederung nach Wirtschaftsbereichen und Sektoren	11, 15, 16
9 Expertenmodell I	Aus Expertenurteilen wird ein Umweltbewertungsschema für ein Basisjahr zusammengesetzt	Bildung von Durchschnitten	Indexreihe mit Expertengewicht	2 bis 9, 13, 14
10 Expertenmodell II	Beurteilung der Lage der Umwelt durch Experten anhand eines vorgegebenen Belastungskatalogs	Bildung von Durchschnitten	Zeitreihe von Durchschnitten der Expertenurteile	2 bis 9, 13, 14

1) Klassifikationen: 1 Nutzungen der Umwelt · 2 Abiotische und biotische Rohstoffe · 3 Bodenbelastungen · 4 Wasserbelastungen · 5 Luftbelastungen · 6 Strahlungsbelastungen · 7 Lärmbelastungen und Erschütterungen · 8 Sonstige Belastungen · 9 Abfall · 10 Verbleib und Entsorgung von Schadstoffen · 11 Forschung und Maßnahmen für den Umweltschutz · 12 Extrembelastungen · 13 Störfaktoren · 14 Güter (Aktivitäten) · 15 Wirtschaftsbereiche und -sektoren · 16 Regionale Gliederungen.

# Probleme der monetären Bewertung in einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung

## 1 Grundsätzliche Überlegungen

Ein besonders wichtiger Gesichtspunkt für eine Umweltökonomische Gesamtrechnung ist der Versuch einer einheitlichen Bewertung aller Größen oder wenigstens ausgewählter Aggregate des Systems in DM. Die Vorteile liegen auf der Hand. Eine derartige monetäre Bewertung ermöglicht die Addierbarkeit der Größen und erlaubt den unmittelbaren Vergleich mit anderen monetären Angaben, z.B. aus den Wirtschaftsstatistiken.

Für alle Bewertungsvorgänge im Umweltbereich muß man sich vor Augen halten, daß die Natur selbst keinen in monetären Größen ausgedrückten Wert für ihren Nutzen (aus anthropozentrischer Sicht) zur Verfügung stellt. Knappheit und Wert sind ökonomische Begriffe. Alle Bewertungsversuche sind ökonomische Bewertungen. Es gibt keine „ökologischen“ Knappheiten. Bewertungen im Umweltbereich sind deshalb künstlich, fiktiv.<sup>1)</sup> Anders als z.B. bei den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen liegen für die Mehrzahl der umweltrelevanten Vorgänge keine Preise vor. „Umwelt“ wird als „freies Gut“ in Anspruch genommen. Die beobachteten Preise für Rohstoffe und Rohstofflager, Konzessionsabgaben, Pachten usw. sind ökonomische Preise, die mit dem „Wert“ der Umwelt in einem ökologischen Sinn nichts zu tun haben.

Daraus folgt, daß Bewertungen der Umwelt durch direkte Nichtmarktbewertungsvorgänge (z.B. Zahlungsbereitschaftskonzepte) oder durch analoge Bewertungen (z.B. Schadensvermeidungskosten) jeweils einen sehr eingeschränkten Aussagewert haben, weil hier auf der eigentlichen Nutzungsebene der Umwelt quantitative Tauschrelationen, die dazugehörigen Präferenzstrukturen der Wirtschaftssubjekte und die Tauschkonditionen (Eigentum und Substituierbarkeit) fehlen. Damit ist klar, daß allen Bewertungsmaßstäben - zu welchen man sich letztlich auch entschließt - ein gewisses Maß an Willkür (und damit Kritikanfälligkeit) anhaften wird: Die Bewertung in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung beruht also auf Konvention. Für die Auswahl der Bewertungsmaßstäbe in einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung sind das Aussageziel der in DM bewerteten Größen und die praktische Durchführbarkeit der Bewertung von Bedeutung.

Die Umweltökonomische Gesamtrechnung wird als Sammlung laufender und detaillierter Informationen über den Zustand der Umwelt und seine Veränderung im Zeitablauf konzipiert, um einerseits eine laufende Umweltberichterstattung zu ermöglichen, andererseits um als Informationsthesaurus für Analysen aller Art im Umweltbereich zu dienen. Zu den wichtigsten Aufgaben einer laufenden Umweltberichterstattung gehört es, Ergebnisse bereitzustellen, die Informationen über die Erreichung der Ziele „Ressourcenschonung“, „Immissionsminimierung“ und „ökologische Lebensraumoptimierung“ geben. Diese Ziele werden in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung getrennt betrachtet; die Informationen, mit denen ihre Erreichung beurteilt werden soll, können deshalb mit unterschiedlichen Bewertungsverfahren bzw. physikalischen Größen arbeiten, also ähnlich wie bei den traditionellen wirtschaftspolitischen Zielen des sogenannten magischen Vierecks, bei denen das

\*) Leiter der Abteilung „Produzierendes Gewerbe, Bautätigkeit, Umweltstatistiken“ im Statistischen Bundesamt.

1) Streng genommen wird deshalb auch keine Bewertung im engen Sinne vorgenommen, es wird kein Wert verliehen, sondern es werden modellhaft monetäre Äquivalente gebildet. Trotz dieser Einschränkung wird im folgenden vereinfachend weiter der Terminus „Bewertung“ verwendet.

Vollbeschäftigungsziel und das Ziel der Preisstabilität auch nicht mit Hilfe von DM-Größen ausgedrückt werden. Auf andere, schon vorhandene Bewertungsansätze oder sonstige konzeptionelle Vorgaben muß dabei - anders als etwa in einem Satellitensystem Umwelt zu den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen - keine Rücksicht genommen werden.

Für den Aufbau und die Konzeption eines statistischen Informationssystems ist die praktische Durchführbarkeit ein besonders bedeutsames Kriterium. In der wissenschaftlichen Diskussion der vergangenen Jahre ist eine Reihe hoch interessanter Ansätze zur direkten Nichtmarkt-Bewertung oder zur analogen Bewertung von Umweltnutzungen vorgestellt worden. Viele davon kranken aber daran, daß sie statistisch nicht oder nur mit erheblichen Abstrichen oder aber nur mit extrem hohem Aufwand durchführbar sind. Für das Grundprogramm einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung wurde deshalb auf weitgehende Operationalität geachtet, indem an vorhandene Preise, also an echte ökonomische Tauschrelationen, angeknüpft wird. Das sind im Bereich des Rohstoffverbrauchs Marktpreise, also Preise der Förderproduktion oder Einfuhrpreise, im Bereich der Emissionen Preise, die für den Bau und den Betrieb von Schadensvermeidungsanlagen gezahlt werden, und im Immissionsbereich Preise, die für die Sanierung von Umweltschäden gezahlt werden.

Auch wenn - zum Teil mit Hilfe von Ingenieurwissen - auf solche vorhandenen Preise zurückgegriffen wird, sind mit einer solchen analogen Bewertung noch viele Probleme verbunden, die für die Ausgestaltung und den Aufbau der Umweltökonomischen Gesamtrechnung von großer Bedeutung sind:

- Es ist nicht sicher, ob sich alle physikalischen Größen aus dem Umweltbereich auch eindeutig und sinnvoll bewerten lassen. Die Zweifel beziehen sich sowohl auf die Ableitung und Aggregation der physikalischen Größen als auch auf die Ermittlung entsprechender Kostensätze.
- Es liegen vor allem aus Gründen des hohen finanziellen Aufwands Überlegungen nahe, ob die monetäre Bewertung durch Gutachter sich nicht auf wichtige umweltrelevante Vorgänge beschränken muß, d.h. kleine und unbedeutende Umweltbelastungen wären gar nicht oder zumindest nicht laufend zu bewerten.

Die beiden genannten Probleme hängen eng mit der Abgrenzung und dem Umfang der Positionen in den Klassifikationen zusammen. Es erscheint aber unabdingbar, in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung vorzusehen, daß physikalische und monetäre Größen nebeneinander geführt werden.

In den folgenden Abschnitten wird auf die drei Bewertungsfelder einzeln näher eingegangen. Für die Aufwendungen im Bereich des Umweltschutzes und der Umweltsanierung liegen im allgemeinen Angaben über die Kosten in DM vor; Probleme bereitet hier meist nur die richtige Erfassung oder Zuordnung der Kosten, z.B. bei Maßnahmen des integrierten Umweltschutzes. Auf die Bewertung der sonstigen Nutzungen der Umwelt für menschliche Aktivitäten wird im Grundprogramm verzichtet, weil es hierfür keine ausreichend operationalen Bewertungsmaßstäbe gibt; das wird im Abschnitt 5 (siehe S. 44 f) ausgeführt.

## 2 Bewertung der Entnahme von Rohstoffen

Die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen ist eine existenzielle Voraussetzung menschlichen Lebens: Die Skala reicht vom Einatmen von Luft und vom Trinkwasserverbrauch bis zum Abbau von Rohstoffen aller Art. Die wirkliche Bedeutung dieser Ressourcen für den Menschen ist deshalb schwierig zu beschreiben. Ein weiteres Problem besteht darin, daß zur Einschätzung der gesamte Vorratsbestand und der voraussichtliche Umfang der künftigen Ressourcenbenutzung bekannt sein müßten, um zutreffende Aussagen über seine Lebensdauer und den Zeitpunkt der Erschöpfung treffen zu können.

Die Schwierigkeiten bei der Lösung dieser beiden Grundprobleme legen Einschränkungen im Hinblick auf die Erfassung und Bewertung der Ressourcen in einem umweltökonomischen Berichtssystem nahe:

- Es wird nur die Entnahme bzw. der Verbrauch von Rohstoffen monetär bewertet. Auf die Bewertung des natürlichen Stocks an Ressourcen, die Schätzung des zukünftigen Verbrauchs und der daraus resultierenden „Lebensdauer“ und die daraus ermittelten „Ab-schreibungen auf das Naturkapital“ wird im Grundprogramm zunächst verzichtet.
- Es wird unter den Rohstoffen eine Auswahl getroffen. Auswahlkriterium für die Aufnahme in die „Liste“ ist, neben der quantitativen Erfäßbarkeit, die Knappheit der Ressource.
- Ökonomisch knappe Rohstoffe haben in der Regel einen Preis, der hier als Bewertungsmaßstab vorgeschlagen wird.

Es wird nicht verkannt, daß dieser Marktpreis nicht unbedingt die „richtigen“ langfristigen, in die Zukunft reichenden Knappheitsrelationen widerspiegelt. Allerdings sind solche „richtigen“ Preise prinzipiell unbekannt. Das heißt, daß zukünftige Entwicklungen im Verbrauch und/oder im Zugang von neu entdeckten Rohstofflagern andere Knappheitsrelationen herstellen können, die zu anderen Preisen führen. Diese zukünftigen Entwicklungen sind ungewiß und können in den Gegenwartspreisen nicht oder nicht vollständig antizipiert werden. Marktpreise vermeiden eine willkürliche Bewertung nach individuellen oder gesellschaftlichen Nutzenbewertungen, die schwierig zu operationalisieren sind und Fehlsignale in Form falscher Knappheiten nicht ausschließen. Marktpreise geben wenigstens die Einschätzung der gegenwärtigen Knappheitsrelationen durch Anbieter und Nachfrager korrekt wieder. Darüber hinaus ist es ein Vorteil, daß Marktpreise von Rohstoffen u.ä. auch in dieser Höhe in die Kostenrechnungen der Wirtschaftssubjekte eingehen. Die Preisrelationen zeigen dann, warum der Rohstoff A bei einem Preis von a dem Rohstoff B bei einem Preis von b vorgezogen wird. Und nicht zuletzt sind Angaben über Marktpreise relativ gut erfäßbar.

Die Bewertung von Rohstoffen und anderer Ressourcen zu Marktpreisen (genauer zu Ab-Werk-Preisen für den Ressourcenabbau im Inland bzw. zum Grenzübergangspreis bei Einfuhren) bedeutet, daß ein Preis als Maßstab verwendet wird, der sich auf der Ebene der Primärproduktion oder des Handels gebildet hat und der auf der Angebotsseite zum Beispiel die Kosten der Förderung, eine Kapitalverzinsung und eventuell einen Gewinn berücksichtigt. Alle drei genannten Bestandteile haben - wie auch der gesamte Marktpreis - direkt nichts mit einem unmittelbaren „Wert“ der Rohstoffe zu tun:

Der Rohstoff selbst kostet bei dem Entnahmeprozess nichts, der Abbauvorgang, der Erwerb von Konzessionen und anderen Verfügungsrechten können dagegen sehr teuer sein. Infolgedessen sind auch die Vorschläge, statt Marktpreisen Förderkosten oder Gewinnanteile („Net Returns“) als Bewertungsmaßstab zu verwenden, im Prinzip der Marktpreisbewertung nicht überlegen. Nur die Fragestellung wechselt: Marktpreise geben an, zu welchem Preis

Rohstoffe auf den Inlandsmarkt kommen, Förderkosten zeigen den Betrag, den eine Volkswirtschaft als Kosten aufwenden muß, um an die Rohstoffe zu gelangen, und Nettoerträge („Net Returns“ = Marktpreise abzüglich Exploitationkosten und Kapitalverzinsung) sind der Gewinn, der Unternehmer veranlaßt, Rohstoffe abzubauen.

In der Diskussion um die Möglichkeiten der Ressourcenbewertung werden häufig auch noch zwei weitere Konzepte genannt:

- Die Differenz aus dem Marktpreis des Rohstoffs und dem Marktpreis der entsprechend benötigten Menge eines Substitutionsgutes und
- die Kosten, die kalkuliert werden müssen, um langfristig das Einkommen einer Volkswirtschaft bei Erschöpfung der Ressourcen zu erhalten.

Diese beiden Ansätze sind im Hinblick auf die angestrebte Darstellung der „wahren“ Bedeutung von Rohstoffen zweifellos sehr interessant. Sie knüpfen aber ebenfalls an die Bewertung an, die durch die Primärproduktion (bzw. den Handel) gegeben wird. Und sie haben den schwerwiegenden Nachteil mangelnder Operationalität.

Bei der vorgeschlagenen Bewertung zu Marktpreisen ist unter dem Gesichtspunkt „nachhaltigen Wirtschaftens“ zu überlegen, ob und in welcher Form in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung sogenannte „Gegenrechnungen“ berücksichtigt werden sollen. Das betrifft vor allem die Aufwendungen, die dazu beitragen oder beitragen sollen, die Ressourcenentnahme zu verringern (z.B. Forschungsaufwendungen für die Suche nach weiteren Ressourcen, nach Substitutionsmöglichkeiten und nach besserer Ressourcenausnutzung). Ein Nachweis solcher Aufwendungen erscheint sinnvoll, weil damit die Bedeutung des Ressourcenverbrauchs relativiert wird: Die Erschöpfung von Rohstoffquellen wurde in der historischen Entwicklung bisher immer durch neue Lager oder alternative Ressourcen überwunden. Der Abbau beziehungsweise die Erschöpfung eines Rohstoffs stellt deshalb im allgemeinen keine vitale Umweltbeeinträchtigung dar.

Wie bereits erwähnt, kann Ressourcenschonung als ein wichtiges umweltpolitisches Ziel formuliert werden. Als Maß für den Grad der Zielerreichung bietet sich eine Öko-Marge an, die in laufenden Preisen und in Preisen eines Basisjahres angibt, wie hoch in einer Berichtsperiode der Ressourcenverbrauch und der Inlandsabbau von Rohstoffen war und wie der Ressourcenverbrauch (bzw. Inlandsabbau) gegenüber der Vorperiode prozentual zu- oder abgenommen hat. Öko-Margen lassen sich für jeden Rohstoff einzeln aus mengenmäßigen Angaben bilden. Für die Aggregation und für die Berücksichtigung von Aufwendungen wird - wie beschrieben - eine monetäre Bewertung zu Marktpreisen vorgeschlagen. Auch wenn es eine Reihe von Argumenten gegen eine Marktpreisbewertung der Ressourcen gibt, sollte für den Vergleich mit den traditionellen wirtschaftspolitischen Zielen (insbesondere für den Vergleich mit dem in der Regel als prozentuale Zunahme des Brutto sozialprodukts in konstanten Preisen ausgedrückten Wachstumsziel) eine Angabe über die prozentuale Zu- oder Abnahme des Ressourcenverbrauchs in konstanten (Markt-) Preisen ausreichen.

### 3 Bewertung von Emissionen

Weitaus schwieriger als die Bewertung von Rohstoffentnahmen ist es, ein monetäres Äquivalent für die Emission, also den Ausstoß von Schadstoffen aller Art im Zuge von Produktions- und Verbrauchsprozessen zu finden. Das hat mehrere Gründe:

- Luft, Wasser und Boden sind für den Menschen lebenswichtige natürliche Güter. Ihre Verschmutzung kann deshalb Sicherheit und Gesundheit unmittelbar gefährden. Bestimmte Emissionen, z.B. in hochtoxischer Form, sind aus diesem Grund für die Gesellschaft inakzeptabel und deshalb auch nicht sinnvoll zu bewerten.
- Emissionen tauchen in vielfältiger Form auf, sie sind häufig nur bis zu einer bestimmten Menge vermeidbar, die Reduzierungskosten steigen meist progressiv.

Für die Bewertung von Emissionen in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung werden Schadensvermeidungskosten vorgeschlagen. Anders als bei den Immissionsdaten liegt der Meßvorgang bei den Emissionen unmittelbar oder eng bei der Produktion beziehungsweise den Verbrauchsvorgängen, so daß die kausale Verbindung zwischen Produktion/Verbrauch und Schadstoffausstoß in den meisten Fällen hinreichend sicher ist. Oder es wird von einer für gesichert gehaltenen Kausalität ausgegangen, wenn in einem Emissionsmodell Emissionen anhand von Produktionsmengen und Emissionskoeffizienten abgeleitet werden.

Für andere Bewertungsansätze, z.B. Bewertungen mit sogenannten Folgekosten, liegt in den meisten Fällen eine hinreichend gesicherte Kausalität zu einzelnen wirtschaftlichen Prozessen nicht mehr vor: Die Kosten zur Bekämpfung der gestiegenen Umweltkriminalität beispielsweise lassen sich nicht den Emissionen bei der Produktion eines einzelnen Gutes zurechnen.

Die Bewertung von Emissionen ist zweifellos schwierig, der Schadensvermeidungskostenansatz erscheint aber unter den gegebenen Möglichkeiten noch am einfachsten durchführbar. Anknüpfungspunkt sind die Kostensätze, die sich bei tatsächlich durchgeführten emissionsenkenden Maßnahmen ergeben haben. Das heißt, es wird unterstellt, daß der Anfall von Schadstoffen im Zuge von Produktions- und Verbrauchsprozessen mit einem DM-Wert belegt wird, der kostenmäßig erforderlich gewesen wäre, um die Emissionen zu vermeiden oder zu vermindern. Ein solcher Bewertungsansatz hat damit den Vorteil, daß sich die DM-Angaben für die tatsächlich vorgenommenen Umweltschutzmaßnahmen mit den fiktiven Werten für die Folgen der unterlassenen Maßnahmen im Emissionsbereich vergleichen und addieren lassen.

Kostensätze dieser Art liegen nicht als fertige Preisstatistik vor. Sie müssen vermutlich zu einem großen Teil in gutachterlicher Form von Ingenieurbüros u.ä. erbracht werden. Dabei ist sehr wahrscheinlich, daß für einen Teil der Emissionen keine Schadensvermeidungskosten ermittelt werden können.

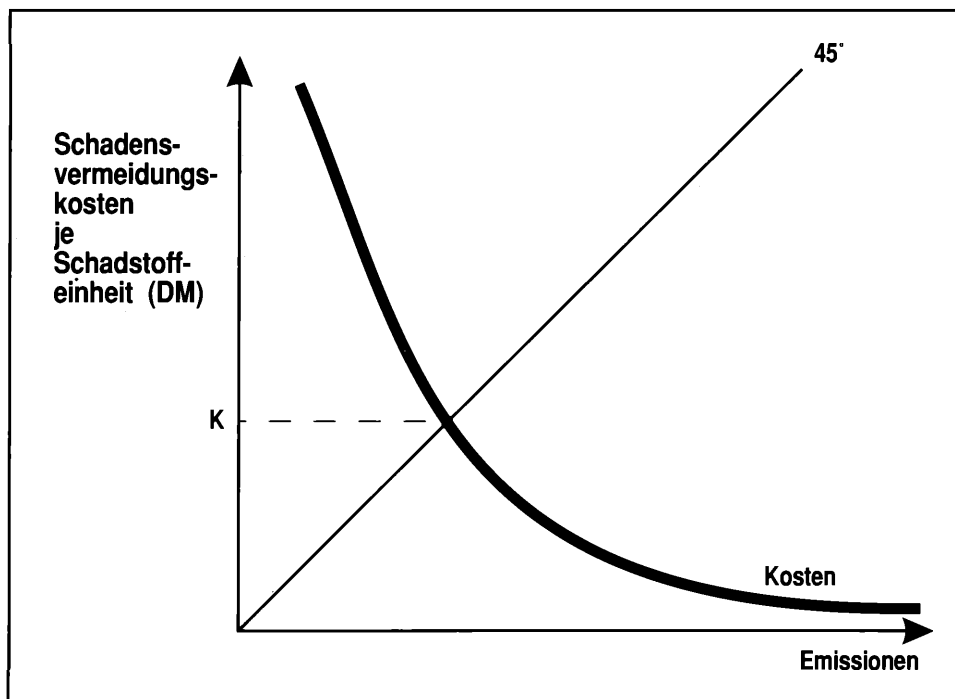
Der durch die Bewertung der Emissionen errechnete Wert hängt von der Produktionshöhe der einzelnen Güter, von den Emissionskoeffizienten und von den Schadensbeseitigungskostenansätzen für die einzelnen Emissionen ab. Um den Einfluß dieser Komponenten auf den Gesamtwert besser erkennen zu können, erscheint es zweckmäßig, ergänzend einen Emissionsmengenindex (mit der Produktionsstruktur des Basisjahres als Gewicht) und einen Schadensbeseitigungskostenindex (mit der Emissionsstruktur des Basisjahres als Gewicht) zu bilden.

Im übrigen ist die Bezeichnung „Schadensvermeidung“ nicht besonders eindeutig; Schadensvermeidung, also Emissionsminderung, kann durch sehr unterschiedliche Maßnahmen erreicht werden:

- Durch nachgeschaltete Maßnahmen (z.B. Einbau von Filteranlagen, Kläranlagen),
- durch neue saubere Technologien beziehungsweise Änderungen bekannter Produktionsprozesse in Richtung besserer Umweltverträglichkeit (z.B. durch Kombination anderer Rohstoffe),
- Änderung des Produkts (z.B. phosphatfreie Waschmittel),
- durch Verzicht auf das Produkt (ohne direkte Substitution).

Die Bewertung muß sich deshalb an dem jeweiligen Stand der Vermeidungstechnik ausrichten. In jedem Fall erfordern Berechnungen über Schadensvermeidungskosten detaillierte Kenntnisse über die relevanten Produktions- und Umwelttechnologien, deren Emissionsverhalten, deren Kosten und über den gegenwärtigen Stand und Umfang der eingesetzten Technologien in der Praxis.

Eine Bewertung mit Schadensvermeidungskosten muß sich außerdem mit der Tatsache auseinandersetzen, daß Emissionen im Zuge der Produktion/des Verbrauchs bis zu einem gewissen Grad unvermeidlich sind; Produktionsprozesse, die ausschließlich erwünschte Güter herstellen, sind selten. Letztlich bedeutet das, daß die Schadensvermeidungskosten für die vollständige Unterlassung von Emissionen häufig den Wert der Produktion (nämlich die völlige Produktionseinstellung) erreichen oder sogar übersteigen können. Um dieses absurde Ergebnis zu vermeiden, sind zusätzliche Bewertungsregeln erforderlich.



Solche Bewertungsregeln können z.B. an vorhandene Normvorschriften anknüpfen, die eine bestimmte Emissionsmenge tolerieren. Bewertet wird dann nur die Emission oberhalb der Normgrenze. Vergleichbare Modellrechnungen werden in der Praxis häufig angestellt, z.B. wenn die Kosten schärferer Grenzwerte in der Luftreinhaltung (Großfeuerungsanlagenverordnung, TA Luft) für die Industrie abgeschätzt werden sollen. Denkbar ist auch, daß Informationen anfallen, wenn Schadstoffemissionen unterhalb zulässiger Grenzwerte nach einem vorgeschriebenen Schema monetär bewertet werden, wie es z.B. das Abwasserabgabengesetz für die Einleiter bestimmter Schadstoffe vorsieht. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dem bewertenden Ingenieur vorzugeben, an welchem Punkt der Kurve der Schadensvermeidungskosten er seine Bewertung anzusetzen hat, z.B. in Form einer 45-Grad-Regel. Die so gefundene Kostenhöhe je Emissionseinheit ( $k$ ) kann dann als Maßstab für die Bewertung der Gesamtemission dienen (siehe die Abbildung S. 39).

Eine weitere Möglichkeit wäre die Ermittlung von Grenzkosten, also der Kosten, die zur Senkung der im Durchschnitt ermittelten Emission um eine Einheit entstehen, und der Anlegung dieser Grenzkosten auf die emittierte Gesamtmenge. Diese Beispiele lassen unschwer erkennen, daß je nach der gewählten Bewertungsregel sehr unterschiedliche Ergebnisse zu erwarten sind und daß von Fall zu Fall unterschieden werden muß, inwieweit Schadstoffemissionen aus Gründen der unmittelbaren Gefahrenabwehr (z.B. die Wirkung hochtoxischer Emissionen auf Nachbarschaftsbereiche) als absolut zu vermeiden eingestuft werden müssen oder Emissionen zu Summations- und Distanzschäden führen und deshalb Höchstwerte aus Gründen der allgemeinen Vorsorge (mit entsprechendem Sicherheitsbereich) festgelegt werden.

Ein besonderes Problem bei der Bewertung mit einem Schadensvermeidungskosten-Ansatz ist die Frage, wie Folgewirkungen behandelt werden sollen. Sekundäre Wirkungen im Zuge von hypothetischen Schadensvermeidungsprozeduren sind in vielfältiger Form denkbar: Der Einbau eines Filters zur Emissionsenkung bringt neben den auf die Berichtsperiode entfallenden Teilen der Investition (Abschreibungen) und den laufenden Kosten für den Betrieb der Filteranlage möglicherweise auch neue Emissionen, z.B. als hochtoxischen Filterstaub, der seinerseits entsorgt werden muß, also weitere Kosten verursacht, aber vielleicht auch noch die Umstellung einer in Umfang und Struktur völlig veränderten Entsorgungsindustrie erfordert. Solche Überlegungen münden in der Regel in eine Reihe iterativer fiktiver Prozesse. Für die Behandlung hypothetischer sekundärer Wirkungen bieten sich m.E. nur zwei Lösungen an: Entweder werden die Folgen im Rahmen einer geeigneten Input-Output-Tabelle mit allen iterativen Stufen voll durchgespielt (bei der Vielzahl der in Betracht kommenden Emissionen ist das vermutlich ein ziemliches Unterfangen) oder der iterative Prozeß wird bewußt abgebrochen, und es werden nur Folgewirkungen der ersten Stufe in die Bewertung einbezogen; aus Gründen der einfacheren Handhabung scheint die zweite Lösung zweckmäßiger.

Neben den Schadensvermeidungsprozessen durch Eingriffe in den Produktionsprozeß selbst gibt es auch Fälle, für die keine Schadensvermeidungsstrategie bekannt ist. Hier bieten sich als Ausweg drei Möglichkeiten an, die alle problematisch und wenig operational sind:

- Die Bewertung mit Hilfe eines Ersatzverfahrens. Das Ersatzverfahren ist natürlich teurer als das tatsächlich angewandte Verfahren (sonst hätte man es ja in der Praxis gewählt). Die Schadensvermeidungskosten des Ersatzverfahrens können aber höher oder tiefer liegen als bei dem untersuchten Produktionsprozeß.
- Die Bewertung mit den Einkommensverlusten, die sich bei der Einstellung der Produktion ergeben würden.



- Die Bewertung mit Reproduktionskosten, also den Kosten, die bei einer Reparatur der Umweltschäden auftreten (auf die Probleme der kausalen Zurechnung solcher Schäden wurde schon hingewiesen).

Technische Prozesse haben im Hinblick auf die Emissionen von Schadstoffen eine möglicherweise ziemlich große Bandbreite sowohl in der Zusammensetzung als auch in der ausgestoßenen Menge. Ein Emissionsmodell, das mit Emissionskoeffizienten arbeitet, wird sich auf eine durchschnittliche Norm-Emission stützen müssen. Dieser auf ein Durchschnittsproduktionsverfahren bezogene Emissionsanfall weicht möglicherweise aber von der Emissionsabgabe, also dem Ausstoß in die Umwelt ab, nämlich dann, wenn Entsorgungs- oder Recyclingvorgänge dem Produktionsprozeß nachgeschaltet sind. Sowohl unter ökologischen als auch ökonomischen Aspekten sind solche Entsorgungs- und Wiedergewinnungsmaßnahmen und die damit verbundenen Aufwendungen von Bedeutung. Es muß deshalb versucht werden, die entsprechenden Maßnahmen in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung zu erfassen, auch wenn sich dabei schwierige Abgrenzungsprobleme zu den bereits im Produktionsprozeß integrierten emissionsenkenden Maßnahmen ergeben. Für die Bewertung der Emissionen muß entschieden werden, wie die monetären Aufwendungen zur Entsorgung und für Recycling behandelt werden. Da die als Emissionsanfall im Modell erfaßten Stoffe und Mengen nicht tatsächlich in die Umwelt gelangen, soweit sie - innerhalb oder außerhalb des Unternehmens - stofflich verändert werden, erscheint es zweckmäßig, die damit verbundenen Aufwendungen für eine Gegenrechnung im Emissionsbereich vorzusehen. Damit wird im Emissionsbereich ähnlich verfahren wie im Immissionsbereich, in dem die Kosten für Sanierungsmaßnahmen als Abzugsposten gegengerechnet werden.

## 4 Bewertung von Veränderungen der Immissionslage

Immissionsdaten geben Informationen über den Zustand der Umwelt zum Zeitpunkt der Messung. Die Differenz zwischen solchen Meßergebnissen gibt die Veränderung der Immissionslage an. Es wird vorgeschlagen, im System der Umweltökonomischen Gesamtrechnung sowohl die Immissionsdaten als auch die Veränderung dieser Daten im Zeitablauf zu berücksichtigen. Für den Vergleich mit den Emissionen in der Berichtsperiode und die zeitliche Zurechnung von Be- und Entlastungen im Umweltbereich steht allerdings die Veränderung der Immissionslage im Vordergrund der Betrachtung.

Es gibt eine Fülle von Meßdaten zur Immissionslage. Im Hinblick auf die monetäre Bewertung dieser Daten ist es zunächst gleichgültig, ob die gesamte Belastung in physikalischen Einheiten in die Bewertung einbezogen, also von den Immissionen selbst ausgegangen wird, und man anschließend die monetäre Belastung mit der monetären Belastung der Vorperiode vergleicht oder ob von der Veränderung der physikalischen Immissionsgrößen ausgegangen wird und die Bewertung an der Veränderung ansetzt. Bei beiden Vorgehensweisen ist nicht sicher, ob auf der Grundlage der Meßdaten, die zudem zu räumlichen und zeitlichen Durchschnitten verdichtet werden müssen, in allen Fällen überhaupt Bewertungen vorgenommen werden können, zumal es sich häufig auch noch um Konzentrationsangaben (z.B. Schadstoffmenge je m<sup>3</sup> Abluft) handelt, die keine unmittelbare Information über mengenmäßige Gesamtbelastung („Frachten“) enthalten.

Theoretisch kommen als Bewertungsmaßstab für die Immission Schadenskosten in Betracht, also die Frage nach der in Geld ausgedrückten Höhe des Umweltschadens im Vergleich zu einem sauberen, heilen Umweltzustand oder im Vergleich zum Zustand bei Beginn der Berichtsperiode (z.B. Wert des verringerten Holzwachstums in einem geschädigten Wald, bewertet mit Hilfe von Holzpreisen). Es ist aber nicht zu übersehen, daß sich

für viele Immissionen entsprechende Berechnungen nach dem Schadenskriterium nicht anstellen lassen, weil brauchbare Preise nicht vorliegen.

Als Bewertungsmaßstab werden deshalb für die Umweltökonomische Gesamtrechnung Reproduktionskosten (Reparatur- oder Schadensbeseitigungskosten) vorgeschlagen, daß heißt, es wird im Prinzip danach gefragt, was die Wiederherstellung des Umweltzustandes am Anfang der Berichtsperiode hypothetisch kosten würde. Die Höhe dieser Kosten wird als monetäres Äquivalent für den verschlechterten Immissionszustand der Umwelt angesehen. Anknüpfungspunkt sind hier Kostensätze, die bei tatsächlich durchgeführten Umweltsanierungsmaßnahmen in Rechnung gestellt werden. Es muß damit gerechnet werden, daß für einen großen Teil der Immissionen keine Sanierungsmaßnahmen bekannt sind, so daß hier keine Kostensätze ermittelt werden können. Ähnlich wie bei der Bewertung der Emissionen wird also auf vorhandene Preise zurückgegriffen, die allerdings nicht als fertige Statistik vorliegen, sondern in der Regel gutachterlich erbracht werden müssen. Und ähnlich wie im Emissionsbereich ergibt eine Bewertung der Schäden mit solchen Kostensätzen der tatsächlich durchgeführten Maßnahmen die Möglichkeit, die in DM bewerteten Schäden und die Ausgaben im Umweltbereich unmittelbar zu vergleichen und gegebenenfalls zu addieren.

Es wird vielfach eingewendet, Reproduktionskosten „überzeichneten“ die Umweltbelastung, weil die „Reparaturen“ gedanklich unter Umständen an vielen Stellen (Gesundheit, Wald, Boden, Luft usw.) vorgenommen werden müssen, obwohl sie nur aus einer Ursache oder wenigen Ursachen stammen. Dadurch sei es möglich, daß die hypothetischen Reproduktionskosten sogar höher ausfielen als z.B. der Wert der gesamten Produktion XY, in der die Schadstoffbelastungen anfallen, so daß es in diesem Fall leichter/billiger sei, die Produktion von XY einzustellen. Dazu sei bemerkt, daß die beobachteten Umweltbelastungen tatsächlich aufgetreten, also als Schäden vorhanden sind und eine Abweichung vom „Sauber-Zustand“ darstellen, und zwar auch dann, wenn sie auf eine einzige Ursache zurückzuführen sind. Die Schlußfolgerung auf eine bestimmte Produktion und deren Wert ist zudem ohne weitere Analysen so nicht zulässig, weil in vielen Fällen die Kausalitätskette nicht schlüssig genug ist und weil nicht nur der Wert der Produktion selbst, sondern auch die Belastungen einer Substitutionsproduktion und die höheren Preise der Produkte ins Kalkül gezogen werden müßten.

Die vorgeschlagene Bewertung der Immissionen zu Reproduktionskosten ist schwierig, sie vermeidet aber einige Probleme anderer Bewertungskonzepte. (Dazu gehören z.B. die Ungenauigkeiten der Zahlungsbereitschaftsbewertung bei großer Zahl der Immissionen oder die Probleme der häufig unbekanntenen Ursache-Wirkung-Zusammenhänge beim Ansatz von Schadensvermeidungskonzepten im Immissionsbereich.) Es gibt indessen einige Probleme bei der Bewertung mit Reparaturkosten, die gelöst werden müssen:

- Möglicherweise lassen sich in einigen Fällen die hypothetischen Reparaturkosten nur für die Reparatur insgesamt angeben, wobei das Ausmaß des Schadens keine Rolle mehr spielt (z.B. Auswechseln von schadstoffverseuchtem Boden). Hier müssen Regeln aufgestellt werden, ob und wie solche Kostenbündel zeitlich und auf mehrere Belastungsarten aufgeteilt werden sollen.
- Es müssen vermutlich außerdem differenzierte Regeln für die Bewertung von Öko-Systemen als Ganzes, z.B. im Hinblick auf deren Stabilität und Belastungsfähigkeit, gefunden werden.
- Zu beachten ist auch, daß viele Umweltschädigungen völlig verschiedenartige Niveaus der Nutzungsverzichte für den Menschen nach sich ziehen können. So können bestimmte Formen von Bodenkontaminationen (z.B. durch Schwermetalle) dazu führen, daß das

betroffene Areal zwar nicht mehr zur landwirtschaftlichen Nutzung, wohl aber zur Überbauung oder zu bestimmten Freizeit Zwecken genutzt werden kann. Bei der Bewertung sind also Einschränkungen in der Palette verschiedenartiger menschlicher Nutzungen und die „Knappheiten“ der verhinderten Nutzungen zu berücksichtigen.

- Ferner muß geregelt werden, wie positive Veränderungen der Immissionslage behandelt werden sollen. Im Falle einer Verbesserung der Immissionslage treten natürlich keine hypothetischen Reproduktionskosten zur Wiederherstellung des Umweltzustandes am Anfang der Berichtsperiode auf. In diesem Fall könnten deshalb - wie auch im Fall konstanter Immissionen - Reproduktionskosten von Null angesetzt werden. Es ist aber zu überlegen, ob es nicht zweckmäßig ist, im Fall der Verbesserung der Immissionslage eine Art von hypothetischen „Erträgen“ in die Bewertung aufzunehmen, die letztlich mit den hypothetischen Aufwendungen verrechnet werden. Dahinter steht der Gedanke, daß eine Annäherung an den Sauber-Zustand ja in der Regel nicht ohne weiteres zustandekommt. Eine Verbesserung der Immissionslage kann beruhen auf:
  - Verringerten Depositionen (niedrigere Emissionen durch verringerte Produktion, verbesserte, umweltfreundlichere Technik, Substitution zu Lasten einer anderen Immissionsart),
  - Sanierungsmaßnahmen im Umweltbereich und
  - externen Einflüssen (Regeneration, veränderte Umweltbedingungen, zyklische Schwankungen u.ä.).

Das bedeutet etwas vereinfacht, daß Verbesserungen im Umweltbereich entweder direkt oder indirekt durch Mitteleinsatz im Umweltbereich oder im Produktionsprozeß erreicht werden oder daß sie eine Art „Geschenk“ der Natur sind. In beiden Fällen kann die Verbesserung als „Ertrag“ interpretiert werden. Eine derartige Bewertung hätte den Vorteil, daß sich - bei Preisstabilität der Reparaturkosten - im Zeitablauf die hypothetischen Aufwendungen mit den hypothetischen Erträgen ausgleichen, wenn der Sauber-Zustand wieder erreicht ist. Es wird also für jede Berichtsperiode mit verbesserter Immissionslage die Frage gestellt: Wie hoch sind die Aufwendungen, die der Verbesserung des Immissionszustandes hypothetisch entsprechen? Es ist klar, daß diese hypothetischen Aufwendungen nicht unbedingt mit den tatsächlich aufgewendeten Sanierungskosten der Berichtsperiode oder auch mit den Kosten im Bereich der Emissionsminderung übereinstimmen müssen.

In vielen Fällen wird die Bewertung zu Reproduktionskosten scheitern. Hier wird weniger an Fälle gedacht, in denen die Reparaturkosten extrem hoch sind (z.B. Reinigung der Weltmeere). Vielmehr sind Fälle ins Auge zu fassen, in denen die Bewertung zu Reproduktionskosten unmöglich ist, weil entsprechende Reparaturprozesse nicht bekannt (z.B. Gesundheitsschäden, irreversible Verschmutzungen, Artensterben, Verlust von Kunstwerken) oder ungewisse, vermutlich jedoch irreparable Schäden für spätere Generationen möglich sind (z.B. Konzentrationsanstieg von Spurengasen in der Atmosphäre und Treibhauseffekt). Bei derartigen Immissionsdaten bleibt nur die Alternative, entweder auf Bewertungen zu verzichten oder ersatzweise auf eine Bewertung zu Schadensvermeidungskosten oder Schadenskosten auszuweichen, falls das möglich ist.

Abgesehen von diesen zuletzt genannten Ausnahmen kann davon ausgegangen werden, daß sich die Veränderung des Immissionszustandes vom Anfang zum Ende einer Berichtsperiode bei einer Bewertung mit Reproduktionskosten plausibel darstellen läßt; daß heißt gleichzeitig auch, es läßt sich durch Aggregation eine Öko-Marge ableiten, die aussagt, um welchen DM-Betrag sich der Umweltzustand (in einer bestimmten Abgrenzung) verschlechtert oder verbessert hat.

## 5 Verzicht auf die monetäre Bewertung sonstiger Nutzungen

Ein wichtiger Teil einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung ist die Darstellung der Nutzungen der Umwelt, soweit sie sich nicht auf die Entnahme von Ressourcen oder die Emissionen von Stoffen aller Art und die damit verbundenen Verschlechterungen der Immissionslage und Nutzungseinschränkungen bezieht.

Die umfassende Beschreibung von Umweltnutzungen ist wegen der existentiellen Bedeutung der Umwelt für den Menschen als Lebensraum schwierig. Im vorgeschlagenen Grundprogramm der Umweltökonomischen Gesamtrechnung sollen Nutzungen der Umwelt deshalb nur aufgenommen werden, wenn die menschliche Nutzung die Umwelt in irgendeiner Form beeinträchtigt. Ein häufiger Fall sind dabei Nutzungsänderungen, z.B. Verminderung von Landwirtschafts- und Waldflächen zugunsten von Verkehrs- und Siedlungsflächen.

In der Analogie zur Bewertung von Veränderungen der Immissionslage könnte daran gedacht werden, Veränderungen der Nutzungen gegenüber der Vorperiode zu bewerten. Als Bewertungsmaßstab bieten sich Kompensationskosten an, also Zahlungen, die z.B. den Eigentümer (fiktiv) veranlassen können, die Nutzung der Vorperiode beizubehalten. Dazu ist allerdings einzuwenden, daß es für die Änderungen von Nutzungen gegenüber der Vorperiode a priori keinen Maßstab dafür gibt, ob die neue Nutzung der Nutzung in der Vorperiode unter ökologischen Gesichtspunkten überlegen oder unterlegen ist. Das würde voraussetzen, daß alle ökologischen Auswirkungen einer Umweltnutzung durch den Menschen schon bekannt und bewertet sind. Damit unterscheidet sich dieser allgemeine Nutzungsbereich wegen der Unmöglichkeit der Nutzenmessung in seinem theoretischen Ansatz wesentlich von der Ressourcenentnahme und von den Emissionen, bei denen leichter zu unterstellen ist, daß der Verbrauch von Rohstoffen aller Art die Lebensbedingungen späterer Generationen einschränkt und daß eine weitere Abweichung vom „Sauber-Zustand“ die Lebensbedingungen verschlechtert und gefährden kann. Der prinzipielle Einwand gegen die Möglichkeit von Nutzenvergleichen trifft - nebenbei gesagt - auch auf die Konzepte zu, die dieses Problem mit Zahlungsbereitschaftsumfragen umgehen wollen: Der Befragte kann aufgrund der existentiellen Bedeutung bestimmter Umweltgüter einerseits (fehlende Substituierbarkeit) und der zum Teil widersprüchlichen oder unvollständigen Präferenzstruktur andererseits nicht in allen Fällen operational nachvollziehbare und brauchbare Antworten geben.

Der grundsätzliche Ausschluß einer gesamtökologischen Bewertung von Nutzungen und Nutzungsveränderungen schließt natürlich Bewertungen im Einzelfall, also auf einer Mikro-Ebene nicht aus, weil hier von Fall zu Fall die ökologische Überlegenheit einer Nutzung gegenüber einer anderen Nutzung ausdrücklich oder implizit postuliert werden kann.

Ein Sonderfall der Nutzungsänderung im Zeitablauf ist die Nutzungseinschränkung aufgrund früherer „Übernutzungen“ (Überforderung der Regelfunktion der Umwelt). Hier ist die ökologische Schädigung in den meisten Fällen leicht zu unterstellen (z.B. kontaminierte Böden, die für bestimmte Nutzungen nicht mehr in Betracht kommen). Solche Fälle treten in der Regel als Folge von Emissionen im Zuge des Wirtschaftens oder als Naturereignis auf. Man kann daher diese Nutzungseinschränkungen in physikalischen Größen darstellen, die Bewertung jedoch im Zusammenhang mit der Bewertung der Emissionen bzw. der Immissionen vornehmen. Dies setzt jedoch voraus, daß der zeitliche Beobachtungsrahmen für Emissionen lange genug in die Vergangenheit zurückreicht bzw. daß die Immissionsbelastung in sachlicher und räumlicher Hinsicht bekannt ist und eine Bewertung der Nutzungseinschränkung mit Schadensvermeidungskosten beziehungsweise Reproduktionskosten vorgenommen werden kann.

Es wird also vorgeschlagen, auf Bewertungen im Bereich der Nutzungen der Umwelt als Lebensraum zu verzichten und in diesem Bereich nur physikalische Größen darzustellen. Eventuell beobachtete Schäden im Immissionsbereich werden gegebenenfalls im Emissionsmodell und bei der Bewertung der Immissionslage ohnehin mitbewertet.

## 6 Bemerkungen zum Nebeneinander unterschiedlicher Bewertungskonzepte

In den vorangegangenen Abschnitten wurden drei unterschiedliche Bewertungskonzepte vorgeschlagen: Marktpreise für die Entnahme von Ressourcen, Schadensvermeidungskosten für Emissionen und Reproduktionskosten für Veränderungen der Immissionslage. Es wird davon ausgegangen, daß die einzelnen vorgeschlagenen Bewertungskonzepte jeweils besonders geeignet und operationalisierbar sind.

Das Nebeneinander verschiedener Bewertungskonzepte in einem einheitlichen System kann natürlich als „Schönheitsfehler“ angesehen werden. Als einheitlicher Bewertungsansatz käme m.E. nur die Bewertung nach dem Zahlungsbereitschaftskonzept in Betracht. Dieses Konzept hat aber eine Reihe gravierender Nachteile, insbesondere wenn lange Listen mit vielen Positionen abgefragt werden müßten.

Im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnung spielen Unterschiede in den Bewertungsmaßstäben keine Rolle, weil die Aussagen klar voneinander getrennt sind. Insbesondere werden Werte für Schäden nach dem Emissionsmodell nicht mit Werten für Schäden nach der Immissionsrechnung addiert, weil dadurch Doppelzählungen unvermeidlich wären. Im Hinblick auf die drei umweltpolitischen Ziele Ressourcenschonung, Emissionsminimierung und Immissionsenkung lassen sich, wenn die Probleme der monetären Bewertung wenigstens zu einem großen Teil gelöst werden können, Öko-Margen in DM getrennt aggregieren. Die unterschiedliche Bewertung stört dabei nicht. Im Gegenteil: Der Vergleich von Emissionsdaten und Immissionsangaben, die mit verschiedenen Bewertungsansätzen arbeiten, kann interessante Ergebnisse bringen. Wie eine Berücksichtigung von mit Marktpreisen bewertetem Ressourcenverbrauch einerseits und von mit Schadensvermeidungskosten bewerteten Emissionsschäden andererseits sich im Rahmen eines Satellitensystems Umwelt zu den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen auswirken würde, soll hier nicht untersucht werden.

Die vorgeschlagenen Bewertungskonzepte schließen im übrigen nicht notwendigerweise aus, daß in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung nachrichtlich auch Ergebnisse nachgewiesen werden, die mit anderen Bewertungskriterien gewonnen wurden. Auf dem Sektor der Monetarisierung von Natur und Umwelt werden zur Zeit umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen angestellt. Diese sind auf ihre Aussagefähigkeit und allgemeine Akzeptanz zu überprüfen. Sie können gegebenenfalls auch für ein umweltökonomisches Berichtssystem genutzt werden. Die Umweltökonomische Gesamtrechnung sollte auch in diesem Punkt für Änderungen und Erweiterungen offen gehalten werden.

## Klassifikationen

### 1 Allgemeine Bemerkungen

Das Grundgerüst einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung wird konkretisiert durch ein System von aufeinander abgestimmten Klassifikationen, das die wesentlichen Parameter zur quantitativen Umweltbeobachtung enthalten soll.

Die Art der Untergliederung von Sachverhalten hängt von der jeweiligen speziellen Fragestellung ab und kann daher je nach Betrachtungsweise variieren. Es gibt deshalb mehrere verschiedenartige Klassifikationen, die offen für neue wissenschaftliche Erkenntnisse sein müssen. Wünschenswert ist es jedoch, für jeden Hauptthemenbereich möglichst eine „Basis“-Klassifikation zu entwickeln, die den hauptsächlichen Erkenntniszielen gerecht wird. Neben diese Basis-Klassifikationen können ergänzende Klassifikationen treten, wenn sie für bestimmte Fragestellungen zusätzliche Informationen liefern.

Entsprechend den Zielsetzungen einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung sollten sich die Parameter auf empirisch beobachtbare und statistisch erfaßbare - oder behelfsweise auch errechenbare - Größen beziehen. Verfolgt wird also der methodische Ansatz einer beobachtenden Statistik im weiteren Sinne und nicht etwa eine strikt naturwissenschaftliche Methodik (wie z.B. Einzelfalluntersuchungen komplexer Ursache-Wirkungsbeziehungen unter kontrollierten Bedingungen). Gleichwohl ist die Beobachtung auch naturwissenschaftlich-technischer Sachverhalte notwendig, sofern diese von qualitativer und quantitativer Bedeutung für das Umweltgeschehen sind.

Daneben sind auch die Ansätze zu beachten, die in internationalen Bereichen, in der nationalen Umweltpolitik und in der Umweltökonomie entwickelt wurden. Zu erwähnen sind zunächst die internationalen Abkommen zu Umweltfragen und die Grundlagenarbeiten internationaler Organisationen. Desweiteren sind in der nationalen Umweltpolitik, in Gesetzgebung, Verwaltung und Vollzug umfangreiche Regelungen, Standards, Kataloge, Richtwerte, Meßsysteme und -verfahren in den vergangenen Jahren erarbeitet worden. Auch die Umweltökonomie hat vielfältige Instrumentarien für einen effizienten Umgang mit der Ressource „Umwelt“ entwickelt. Aus all diesen Bereichen liegen wertvolle Materialien vor, die für Klassifikationen genutzt werden können.

Ein Großteil der als Klassifikation einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung bezeichneten Materialien sind mehr oder minder vollständige Darstellungen und Systemansätze, die der Umweltpraxis entstammen (vgl. z.B. Bodenzustandsparameter der Sonderarbeitsgruppe Bodenschutz). Es wäre wenig zweckmäßig gewesen, diese Systemansätze bereits zu Beginn in einzelne Bestandteile einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung zu zerlegen und sie damit ihres sachlichen Zusammenhanges zu berauben. Im Rahmen des Aufbaus eines statistischen Berichtssystems wird es jedoch erforderlich sein, eine Konkretisierung des Informationsbedarfs vorzunehmen und sachliche Prioritäten für die Ermittlung einzelner Parameter festzulegen.

---

\*) Referent in der Abteilung „Produzierendes Gewerbe, Bautätigkeit, Umweltstatistiken“ im Statistischen Bundesamt.

\*\*\*) Referatsleiter in der Abteilung „Produzierendes Gewerbe, Bautätigkeit, Umweltstatistiken“ im Statistischen Bundesamt.

## 1.1 Aufbau und Inhalt

Der Aufbau einer Klassifikation orientiert sich in erster Linie an der möglichst vollständigen Erfassung beziehungsweise Beschreibung der ihr zuzurechnenden Belastungsarten oder der mit ihr erfaßten Umweltaspekte. Die Vollständigkeit einer Klassifikation bedeutet jedoch nicht zwingend die lückenlose Auflistung, z.B. aller möglichen Belastungsarten, sondern vielmehr die Berücksichtigung derjenigen Tatbestände, die zur Beschreibung der Veränderungen der Umweltsituation im Rahmen der einzelnen Bausteine ausreichend und notwendig sind.

Eine Limitierung des Umfangs der Klassifikationen erscheint bei pragmatischer Sichtweise auch aus anderen Gründen sinnvoll. Insbesondere ist zu befürchten, daß durch eine Überfrachtung der Klassifikationen mit allen nur denkbaren ihr zurechenbaren Belastungsarten und Tatbeständen die Flexibilität und Handhabbarkeit des Gesamtsystems in Frage gestellt wird. Darüber hinaus darf sicher bezweifelt werden, ob die Erstellung „lückenloser“ Klassifikationen a priori überhaupt möglich ist, da in den betroffenen Bereichen vielfach Wissenslücken bestehen und Defizite im Kenntnisstand, vor allem über Wirkungszusammenhänge, in der Regel höchstens langfristig abgebaut werden können (z.B. Waldschäden). Nicht zuletzt muß zum sinnvollen Aufbau von Klassifikationen das Problem der Datenverfügbarkeit zufriedenstellend gelöst werden; es steht jedoch bei der allgemeinen Betrachtung von Strukturen und Inhalt der Klassifikationen zunächst nicht im Vordergrund des Interesses.

## 1.2 Kriterien

Die Erstellung der Klassifikationen sowie die Durchführung von Korrekturen und Ergänzungen setzt die Definition einheitlicher Auswahlkriterien voraus, mit deren Hilfe die jeweils relevanten Elemente identifiziert werden können. Die Feststellung der Relevanz - z.B. eines konkreten Wasserschadstoffes für die Klassifikation 4 - soll somit anhand der für diesen Bereich maßgeblichen und nachvollziehbaren Kriterien erfolgen.

Als übergeordnete Gesichtspunkte für die Auswahl können solche allgemeinen Kriterien herangezogen werden, die die Auswirkungen beziehungsweise die Relevanz der Belastungsarten oder Tatbestände für die Veränderung von Umweltparametern beschreiben. Beispielsweise können für die nach Schadstoffen und Belastungen ausgerichteten Klassifikationen vor allem folgende allgemeine Kriterien angeführt werden:

- Mengenrelevanz,
- Mobilität,
- Stoffumwandlung und -transport,
- Persistenz,
- Schadstoffakkumulation,
- Synergetische Wirkung,
- akute beziehungsweise chronische Toxizität,
- Ausmaß der Schädigung bei Mensch, Tier und Pflanze und
- Irreversibilität von Schäden.

Daneben sind auch solche Kriterien von Bedeutung, die bereichsspezifisch nur beim Erstellen bestimmter Klassifikationen Verwendung finden können. Hierzu gehört etwa das Kriterium der Klimawirksamkeit bei der Auswahl von Luftschadstoffen oder das Ausmaß der Belastung von Biotopen und Arten infolge raumordnerischer Eingriffe (Zerschneidung, Versiegelung, Verinselung etc.) oder die Effizienz von Maßnahmen für den Umweltschutz.

## 2 Elemente und Auswahlkriterien der einzelnen vorgeschlagenen Basis-Klassifikationen<sup>1)</sup>

In den folgenden Abschnitten werden Aufbau und Inhalt der Klassifikationen durch die Zuordnung relevanter Belastungsarten beziehungsweise Tatbestände vor allem anhand der genannten Auswahlkriterien konkretisiert.

### Klassifikation 1: Nutzungen der Umwelt

Die Nutzung der Umwelt durch den Menschen, sei es im wirtschaftlichen oder im sozialkulturellen Bereich, besteht im Grunde aus der Inanspruchnahme von Leistungen, die die Umwelt aufgrund ihrer Funktionserfüllung zu erbringen imstande ist. Dies trifft sicherlich auch im Fall einer vom Menschen mehr oder weniger stark überformten (naturfernen) Umwelt (z.B. Kulturlandschaft, Industrielandschaft, Stadtlandschaft) zu, die durch vielfältige Einflüsse im Sinne einer starken Ausrichtung auf die Befriedigung spezifischer menschlicher Bedürfnisse abgeändert wurde und sich insofern von einer natürlichen Umwelt unterscheidet.

Im allgemeinen ist es zwar problematisch, den Wert einer Umwelleistung zu quantifizieren, zumal zahlreiche Nutzungen der Umwelt durch den Menschen existenziell und ohne Alternative sind (z.B. Atemluft). Dies schließt jedoch nicht aus, daß in der Einzelfallbetrachtung erfolgreiche Bewertungsansätze durchaus denkbar sind.

Die Überlegungen zur Nutzung von Umwelleistungen müssen in ihrer Aussage insoweit eingeschränkt werden, da sie offensichtlich nur dann Gültigkeit haben, wenn durch Umweltnutzungen keine (erkennbaren) Beeinträchtigungen der Umwelleistungen - und damit der Fähigkeit der Umwelt zur Funktionserfüllung - eintreten. Sobald diese Fähigkeit der Umwelt infolge menschlicher Aktivitäten eingeschränkt wird, steht dies einer aktuellen oder potentiellen Nutzung der Umwelt direkt entgegen und hat somit entsprechende Auswirkungen auf den Menschen selbst.

Dies gilt beispielsweise für eine übermäßige Belastung des Grundwassers mit den sich ergebenden Folgen für die Trinkwasserbereitstellung oder den Abbau von Rohstoffen mit der zu erwarteten Beeinträchtigung der Nutzung durch zukünftige Generationen, aber auch für die Schadstoffkontamination von Böden mit Beeinträchtigungen der landwirtschaftlichen Nutzung. Im Rahmen der Klassifikation 1: Nutzungen der Umwelt sollen für Zwecke der Umweltökonomischen Gesamtrechnung vor allem solche Elemente aufgenommen werden, die im Sinne der beschriebenen funktionalen Betrachtung der Umwelt eine Beeinträchtigung oder Belastung infolge menschlicher Aktivitäten darstellen oder in Zukunft wahrscheinlich werden lassen.

---

1) Vgl. hierzu auch die Übersichten zu ausgewählten Klassifikationen, S. 129.



## Klassifikation 2: Abiotische und biotische Rohstoffe

Es kann zunächst zwischen abiotischen und biotischen Rohstoffen sowie Elementargüter unterschieden werden.

Zu den abiotischen Rohstoffen gerechnet werden Primärrohstoffe aus dem bergbaulichen Bereich (z.B. Kohle, Erdöl, Eisenerze, NE-Metallerze) und aus dem Bereich der Steine und Erden (z.B. Natursteine, unbearbeitete Erden, Sand, Kies) sowie Sekundärrohstoffe aus Recyclingprozessen (z.B. Metallschrott, Altglas, Altpapier). Bei den abiotischen Rohstoffen spielen vor allem Überlegungen hinsichtlich der Endlichkeit von Vorräten und deren Verfügbarkeit für menschliche Nutzungen eine Rolle. Diese sowohl national wichtigen als auch weltweit bedeutenden Aspekte unterliegen einer großen Unsicherheit, was die absoluten Angaben über Ressourcenreichweiten und Gesamtvorräte betrifft. Wichtige Einflußfaktoren sind vor allem die Forschungs- und Prospektionsergebnisse der Gewinnungsindustrie, die Fortentwicklung der Abbaumethoden, der sparsame Ressourceneinsatz, das Recycling, die Knappheitssignale des Marktes, neue Werkstoffe und neue Produktionsentwicklungen. Dennoch kann für die abiotischen Ressourcen generell festgestellt werden, daß eine bestimmte abgebaute beziehungsweise verwendete Rohstoffmenge (als Primärressource) für den gleichen oder einen anderen Verwendungszweck in Zukunft nicht mehr zur Verfügung steht und somit einen Optionsverlust für die spätere menschliche Nutzung darstellt.

An dieser Stelle sei ausdrücklich auf die ebenfalls zu berücksichtigenden Möglichkeiten der Schonung abiotischer Ressourcen durch die Verwendung biotischer Ressourcen und Elementargüter hingewiesen. Diese Überlegungen betreffen zum allergrößten Teil den Energiesektor (Ersatz fossiler Brennstoffe durch Wind-, Wasser-, Sonnenenergie oder Biosprit etc.); sie gelten jedoch auch für andere Bereiche (z.B. Einsatz nachwachsender Rohstoffe als Verpackungsmaterial, Fasern oder Schmierstoffe usw.) und sind dort auch schon seit längerer Zeit von gewisser Bedeutung.

Umweltbelastungen, die zwar unmittelbar kausal zugeordnet werden können, im Sinne des zugrunde liegenden Modells jedoch nur indirekt mit dem Abbau und der Nutzung von Ressourcen entstehen, werden nach den Kriterien der entsprechenden Klassifikationen dort zugeordnet. Beispielsweise sind Emissionen aus der Verfeuerung fossiler Energieträger der Klassifikation 5: Luftbelastungen zuzurechnen.

Bei den biotischen Ressourcen (Tiere, Pflanzen, Mikroorganismen) wird grundsätzlich jegliche Entnahme aus der Umwelt betrachtet. Prinzipiell können die (negativen) Auswirkungen der Entnahme durch natürliche Regenerationsprozesse bei Beachtung des Nachhaltigkeitsprinzips wieder ausgeglichen werden. Die Natur ist also - zumindest theoretisch - mit oder ohne menschliches Zutun in der Lage, den Zustand der Pflanzen- und Tierwelt vor der Ressourcenentnahme in einem angemessenen Zeitrahmen und in einem vergleichbaren Umfang wiederherzustellen.

Wesentliches Kriterium ist folglich die Beachtung des Nachhaltigkeitsprinzips, wobei unterschieden werden kann zwischen den generellen (potentiellen) Möglichkeiten der nachhaltigen Inanspruchnahme einer biotischen Ressource und der tatsächlichen (aktuellen) Realisierung der nachhaltigen Nutzung. Diese Unterscheidung ist vor allem bei internationalen Vergleichen (Waldnutzung, Hochseefischerei) von Bedeutung.

Auch die Entnahme pflanzlicher und tierischer Ressourcen, deren Nachlieferung zwar unter Inanspruchnahme des natürlichen Regenerationsvermögens, ansonsten jedoch ausschließlich durch gezielte und planmäßige wirtschaftliche Tätigkeit des Pflanzenanbaus und der Tierzucht gewährleistet ist, wird einbezogen. Hierunter sind vor allem Erzeugnisse der Landwirtschaft sowie des Garten-, Obst- und Weinbaues (aber auch der Teichwirtschaft

bzw. Binnenfischerei) zu verstehen, obwohl aus der ordnungsgemäßen Bewirtschaftung der Flächen und Viehbestände mittel- und langfristig im allgemeinen keine Änderungen des Umweltzustandes im Sinne einer Ressourcenerschöpfung unmittelbar abgeleitet werden kann. Denkbar sind jedoch Einschränkungen durch langfristigen Verlust der Bodenfruchtbarkeit (Erosion u.a.) und der genetischen Vielfalt bei Pflanzen- und Tierbeständen (erhöhte Schädlingsanfälligkeit, Inzuchterscheinungen). Die von der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung ausgehenden Belastungen sind jedoch in erster Linie anderer Art und betreffen vor allem Fragen der Boden- und Gewässergüte, sowie des Natur- und Landschaftsschutzes.

Als biotische Ressource könnte auch die Natur als solche (schützenswerte Pflanzen- und Tierarten und deren Lebensräume) betrachtet werden. Die Hauptbelastung für die Natur geht jedoch meist weniger von der Ressourcenentnahme aus, sondern sie resultiert aus Landschaftseingriffen wie menschliche Besiedlung, Bebauung und „Ausräumen“ der Landschaft. Die durch Landschaftseingriffe hervorgerufenen Belastungen der Natur stellen einen wichtigen Problembereich dar.

Eine weitere Kategorie neben den biotischen und abiotischen Rohstoffen stellen die hier so bezeichneten „Elementargüter“ dar (z.B. Licht, Luft, Wärme und Wasser). Sie sind existenznotwendig und stehen in von „der Natur“ bereitgestellten Mengen dem Menschen „kostenlos“ zur Verfügung. Die Elementargüter werden teilweise energetisch genutzt (z.B. Solar- und Windenergie) und gelten für die spätere Zukunft als wichtige Substitutionsgüter für konventionelle Energieträger. Wasser bestimmten Reinheitsgrades ist zu Trinkzwecken unersetzlich.

### **Klassifikation 3: Bodenbelastungen**

Der Boden erfüllt sowohl unter ökologischen als auch unter ökonomischen Gesichtspunkten Aufgaben von grundlegender Bedeutung. Er ist zu allererst konkurrierender Lebensraum für Mensch, Tier und Pflanze, denn Boden ist knapp und nicht vermehrbare. Boden vermag ferner Nahrungsmittel für Mensch und Tier bereitzustellen. Diese Leistungskraft ist abhängig von der natürlichen Bodenfruchtbarkeit und den Klimaverhältnissen, wird aber auch durch Bodenbearbeitung und andere Nutzungen anthropogen mitbestimmt. Boden fungiert als Wasserspeicher und nimmt über die Art des Bodenbewuchses und die Flächennutzung Einfluß auf das lokale Klima. Boden dient weiterhin der Speicherung, Umwandlung und Veränderung von Stoffeinträgen in den Boden auf chemischem und biologischem Wege. In diesem Rahmen werden auch Schadstoffe abgebaut und im Boden immobilisiert (Puffer- und Regenerationsfunktion des Bodens). Boden ist aber auch prägendes Element für Natur und Landschaft sowie Lagerstätte für Rohstoffe.

Aus diesen und weiteren Eigenschaften erwachsen dem Boden zahlreiche, verschiedenartige Funktionen, die insbesondere dann eine Änderung beziehungsweise Einschränkung erfahren, wenn durch direkte oder indirekte Eingriffe des wirtschaftenden Menschen Veränderungen im Zustand des Bodens hervorgerufen werden. Weiterhin gehen Gefahren und Risiken für den Boden nicht allein von der aktuellen Nutzung und Inanspruchnahme aus; eine Beeinträchtigung seiner Funktion kann auch durch zeitlich zurückliegende Nutzungen erfolgen, deren Auswirkungen jedoch für längere (unbestimmte) Zeit anhalten.

Die der Klassifikation 3: Bodenbelastungen zugrunde liegenden Auswahlkriterien müssen es deshalb einerseits ermöglichen, solche Elemente beziehungsweise Belastungen zu identifizieren, mit denen Veränderungen im Zustand des Bodens möglichst umfassend und hinreichend genau beschrieben werden können. Diese Bodenzustandsparameter sind insbesondere Informationen über geowissenschaftliche Grunddaten, bodenbelastende Faktoren, Stoffeinträge, Substanzverluste und Strukturschädigungen wie Bodenerosion und

-verdichtung sowie Flächenversiegelung und Landschaftszerschneidung. Andererseits ist es aus den oben angeführten Gründen auch erforderlich, Auswahlkriterien für Elemente zu definieren, mit denen die bodengefährdende Wirkung von Altlasten dargestellt und analysiert werden kann.

In Anlehnung an eine frühere Untersuchung der Sonderarbeitsgruppe Bodenschutz der Umweltministerkonferenz (Konzept zur Erstellung eines Bodeninformationssystems) sollen solche Elemente in die Klassifikation 3 aufgenommen werden, mit deren Hilfe Angaben über den Zustand, die Empfindlichkeit und die Belastbarkeit der Böden mit Informationen über die Nutzung beziehungsweise die Belastung der Böden in Verbindung gebracht werden können, so daß Aussagen zu Veränderungen der Funktionen des Bodens möglich werden. Die Auswahl dieser Elemente erfolgt anhand der Feststellung ihrer Relevanz und Eignung als Bodenzustandsparameter.

Darüber hinaus müssen in bezug auf längerfristig anhaltende Bodenbelastungen solche Kriterien herangezogen werden, die die Bestimmung von Elementen erlauben, welche die von Altlasten ausgehenden Gefahren für den Boden adäquat beschreiben. Hier sind vor allem die Toxizität und die Persistenz sowie die Gefährdung des Grundwassers der im Boden von Altlasten vorhandenen beziehungsweise der dorthin verbringbaren Stoffe ausschlaggebend.

#### **Klassifikation 4: Wasserbelastungen**

Die Qualität, Verwendbarkeit und ökologische Wirksamkeit von Wasser wird zunächst von seinen allgemeinen physikalischen Güteigenschaften (pH-Wert, Sauerstoffgehalt etc.) sowie den diese Merkmale beeinflussenden Faktoren bestimmt. Darüber hinaus ist die Befrachtung des Wassers mit Inhaltsstoffen von Bedeutung, die besonderen (negativen) Einfluß auf die Eigenschaften des Wassers und deren Ausprägung nehmen. Unter der Zielsetzung des Modells der Umweltökonomischen Gesamtrechnung ist hier vor allem an Stoffeinträge infolge menschlicher Aktivitäten zu denken, die die natürliche Zusammensetzung des Wassers und damit seine Eigenschaften in unerwünschter Weise ändern.

Das Ausmaß einer konkreten Wasserbelastung hängt davon ab, inwieweit durch sie eine Beeinträchtigung der Funktionen des Wassers eintritt. Die infolge einer Belastung sich ergebende Herabsetzung der Gewässergüte führt somit zu einer Einschränkung der Fähigkeiten des Wassers zur ausreichenden Funktions- oder Bedarfserfüllung.

Die Funktionen oder Leistungen von Gewässern im Naturhaushalt und für den Menschen erstrecken sich auf folgende Bereiche:<sup>2)</sup>

##### **Lebensraumfunktion**

Sowohl der Gewässerkörper als auch der Uferstrand und der Boden eines Gewässers sind Lebensraum für zahlreiche Tiere und Pflanzen.

##### **Regelungsfunktion**

Die Regelungsfunktion läßt sich in eine Reihe von Elementen ausgliedern, wie beispielsweise Grundwassererneuerung, Selbstreinigungsvermögen, Ableitungsvermögen, Abbau aquatischer Ungleichgewichte, Abbau und Umwandlung von Schadstoffen etc.

---

2) Vgl. Karl, H., Klemmer, P., Micheel, B. (1988): Regionale Umweltberichterstattung - Grundlagen nutzungsorientierter Indikatoren zur Beschreibung regionaler Umweltqualität. Beiträge zur Struktur- und Konjunkturforschung, Band XXVII, S. 19 ff., Bochum.

## **Produktionsfunktion**

Gewässer erbringen als Inputfaktor produktive Leistungen. Hierzu zählen ihre Eigenschaft als Transportmedium, ihr Einsatz als Kühlmittel in der Energiewirtschaft oder ihre Verwendung als Beregnungswasser in der Landwirtschaft.

## **Trinkwasserversorgungsfunktion**

Die Bereitstellung und Nachlieferung von Trinkwasser aus dem natürlichen Wasserkreislauf ist eine wesentliche Funktion, deren Bedeutung für das (menschliche) Leben offensichtlich ist.

## **Erholungsfunktion**

Gewässer dienen in vielfältiger Weise direkt oder indirekt Erholungszwecken. Der Gewässerkörper wird zum Schwimmen, Bootfahren etc. genutzt, während der Uferandstreifen zahlreiche Funktionen im Freizeitbereich erfüllt.

Als Maßstab für den Grad der Funktionserfüllung des Wassers und damit für dessen Minderung infolge von Belastungen werden im allgemeinen Gewässergüteparameter herangezogen, deren Realisierung sowohl quantitative als auch qualitative Aussagen über das Ausmaß der Wasserbelastung ermöglichen.

Grundlage für den Gewässerschutz bildet in der Bundesrepublik Deutschland das Wasserhaushaltsgesetz. Bezogen auf die Abwasserbelastung sind von besonderer Bedeutung die in § 7a Wasserhaushaltsgesetz verankerten Mindestanforderungen, die einzuhalten sind, wenn Abwässer in ein Gewässer eingeleitet werden. Die Bundesregierung konkretisiert diese Mindestanforderungen in Abwasserwaltungsvorschriften, die bundesweit grundsätzlich für neue und bestehende Abwassereinleitungen gelten. Zu nennen wären ferner die Empfehlungen und Richtlinien der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) über die Untersuchung der Beschaffenheit der Fließgewässer, über die Grundwasserbeschaffenheit oder die Qualitätsanforderungen des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) an Oberflächenwasser zur Trinkwassergewinnung sowie andere nationale und internationale Festlegungen im Wasserbereich.

Die Auswahl der Elemente der Klassifikation 4: Wasserbelastungen hat infolgedessen entweder anhand ihrer Eignung als Güteparameter zu erfolgen oder muß nach dem Kriterium des Ausmaßes der Wassergefährdung durchgeführt werden. Aufgrund der unterschiedlichen Vorkommensarten von Wasser erscheint es sinnvoll, die Elemente der Klassifikation 4 für jeweils verschiedenartig abgegrenzte und bedeutsame Bereiche von Wasservorkommen zu definieren, das heißt für Trinkwasser, Grundwasser, Fließgewässer, Seen, Küstengewässer und Abwasser.

## **Klassifikation 5: Luftbelastungen**

Die Veränderung der natürlichen Zusammensetzung der Luft infolge menschlicher Aktivitäten, aber auch aufgrund in der Natur selbst ablaufender Prozesse führt in der Regel auch zu Veränderungen der Eigenschaften dieses Umweltmediums, die in Anbetracht der unterschiedlichen Wirkungsbereiche der Luft wiederum verschiedenartige Beeinträchtigungen oder Schädigungen anderer Bereiche nach sich ziehen können. Auswirkungen von Luftbelastungen treten dabei insbesondere als Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit sowie als Veränderungen und Schädigungen der Tier- und Pflanzenwelt hervor. Darüber hinaus sind auch nicht unerhebliche Schäden an unbelebten Gegenständen als Folge der Luftverschmutzung zu verzeichnen (z.B. Steinzerfall an Gebäuden oder Korrosion von Metallteilen).

Die Bedeutung der Luft und ihrer Qualität für die Umwelt geht aus der Zuordnung der Luftfunktionen hervor, die infolge von Luftbelastungen unterschiedlichster Art im allgemeinen nicht mehr in vollem Umfang erfüllt werden können. Aus der durch Luftverunreinigungen verursachten Herabsetzung der Luftqualität resultiert demnach unmittelbar eine Verminderung der Umweltqualität mit den bereits angedeuteten unerwünschten Auswirkungen.

Als wesentliche Funktionen der Luft sind zu nennen:<sup>3)</sup>

### **Lebensraum**

Luft ist das Medium, das uns allseits umgibt und der überwiegende Teil der Biosphäre befindet sich im bodennahen Luftraum oder ist von deren Vorhandensein abhängig. Die Lebensraumfunktion der Luft wird gleichzeitig auch durch die Bereitstellung von Sauerstoff für menschliches und tierisches Leben ermöglicht.

### **Produktion und Konsumtion**

Die Produktions- und Konsumtionsfunktion der Luft ist vor allem durch die Reinigungskraft der Atmosphäre gekennzeichnet. Reststoffe aus der wirtschaftlichen Tätigkeit des Menschen werden in der Luft abgebaut und umgewandelt sowie in gewissem Umfang auch gespeichert.

### **Regelung**

Die Regelungsfunktion der Luft umfaßt drei Aspekte, die sich teilweise einander überlagern und gegenseitig beeinflussen. Die Aufnahme und Absorption von Emissionseinträgen in der Atmosphäre beschreibt den Aspekt des Speicherungsvermögens der Luft. Darüber hinaus werden Schadstoffe durch ihren Transport und die weitere Verteilung im Luftraum verdünnt beziehungsweise gefiltert. Schließlich resultiert die Überführung von Emissionen in weniger schädliche Substanzen aus der Regenerationsfunktion der Luft.

Da die angeführten Luftfunktionen stark voneinander abhängen und deshalb nicht isoliert gesehen werden können, ist ihre Realisierung deutlich vom Vorhandensein von Schadstoffen geprägt. Die Luftqualität wird natürlicherweise zwar von den Determinanten des Wetters und des Klimas - wie Niederschläge, Lufttemperaturen, Windstärke und -richtung etc. - bestimmt; diese Einflußgrößen auf die Luftfunktionen können jedoch trotz bestehender Witterungsanomalien als mehr oder weniger konstant angesehen werden, vor allem auch dann, wenn man einen längeren Zeitraum zugrunde legt. Sofern eine solche Konstanz nicht unterstellt werden kann (z.B. Treibhauseffekt, Ozonloch), spielen Luftschadstoffe eine wesentliche Rolle. Das Vorhandensein von luftverunreinigenden Stoffen ist somit der wesentliche Gesichtspunkt für eine Beeinträchtigung der Funktionen und damit für die Verminderung der Qualität der Luft.

Um eine möglichst breite Darstellung und Analyse der Luftbelastungen zu erzielen, erscheint es für Zwecke der Umweltökonomischen Gesamtrechnung sinnvoll, in der Klassifikation 5 neben der gebräuchlichen Darstellung in der Aufteilung nach Belastungen der Außenluft und Belastungen der Innenluft auch Positionen für klimawirksame Luftschadstoffe vorzusehen.

---

3) Vgl. Karl, H., Klemmer, P., Micheel, B., a.a.O., S. 44 ff.

## **Klassifikation 6: Strahlungsbelastungen**

Emissionen von Strahlung unterschiedlicher Art und aus den verschiedensten Quellen haben oftmals die Eigenschaft, daß sie mit den menschlichen Sinnesorganen direkt nicht wahrgenommen werden können. Dennoch ist ihr Einfluß auf den Ablauf biologischer Prozesse und somit ihre Auswirkung in der Umwelt nicht unerheblich.

Sieht man von der Strahlung im Bereich des sichtbaren Lichts und der Wärmestrahlung einmal ab, weil diese natürlicherweise von der Sonne zugeführt und für das Fortbestehen des Lebens auch zwingend notwendig sind, treten wesentliche Veränderungen der Strahlungsbelastung vor allem infolge der durch menschliche Einflußnahme hervorgerufenen Radioaktivität auf. Die damit verbundenen Gefahren - wie beispielsweise Schädigungen des Erbgutes oder Erhöhung des Krebsrisikos - bedürfen keiner weiteren Erläuterungen, zumal durch die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl die Auswirkungen radioaktiver Strahlung auf alle Bereiche der Umwelt in jüngerer Zeit sehr deutlich geworden sind.

Zur Auswahl relevanter Elemente, die radioaktive Strahlung verursachen, wird neben solchen Kriterien, die die Gesundheitsgefährdung beschreiben, auch die Halbwertszeit der Radionuklide herangezogen.

Neben der radioaktiven Strahlung kann hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Umwelt auch der durch elektromagnetische Vorgänge hervorgerufenen Strahlung eine gewisse Bedeutung beigemessen werden. Obwohl schlüssige Nachweise bisher offenbar fehlen, wird vereinzelt die Hypothese aufgestellt, daß im Umfeld starker elektromagnetischer Felder Beeinträchtigungen der Gesundheit eintreten können. Darüber hinaus werden durch elektromagnetische Strahlung unter bestimmten Umständen Fehlfunktionen in technischen Apparaten und Geräten ausgelöst, die die Gefahr folgenschwerer Unfälle in sich tragen.

Im Bereich der direkten Anwendung von Strahlung für bestimmte Zwecke der Forschung, der Medizin und ähnlichem sind Belastungen der Umwelt durch Emissionen von Röntgen- und Laserstrahlung zu befürchten. Diese Strahlungsarten werden deshalb ebenfalls in die Klassifikation 6 einbezogen.

## **Klassifikation 7: Lärmbelastungen und Erschütterungen**

Als Lärm wird eine Geräuschbelastung bezeichnet, die nach subjektivem Empfinden eine Minderung des sozialen, seelischen oder körperlichen Wohlbefindens bewirkt und somit zu Belästigungen oder Gesundheitsstörungen führen kann. Über das akustische, objektiv erfaßbare Schallereignis hinaus beinhaltet eine Lärmbelastung deshalb auch die sich im psychischen Bereich des Betroffenen ergebenden Auswirkungen und Empfindungen.

Die bedeutendste Ursache für Lärm ist der Verkehr, wobei insbesondere der Straßen- und Luftverkehr, aber auch der Schienen- und Schiffsverkehr zu nennen sind. Daneben sind Lärmbelastungen seitens der Industrie und des Gewerbes sowie von Baustellen zu berücksichtigen.

Lärm wird subjektiv als besonders störend empfunden, wenn er in unmittelbarer Nähe des Betroffenen oder zu bestimmten Zeiten entsteht. Die dadurch hervorgerufenen Beeinträchtigungen können in diesen Fällen auch bei vergleichsweise geringen (meßbaren) Schalldruckpegeln ein größeres Ausmaß erreichen. Dies gilt für Lärm am Arbeitsplatz, im Wohnbereich und für Lärm, der infolge von Freizeitaktivitäten entsteht sowie vor allem auch bei Lärm zur Nachtzeit.

Mit der Emission von Lärm, insbesondere bei sehr lauten und plötzlichen Geräuschen, ist oft die Belastung der Umwelt durch Erschütterungen verbunden. Neben dem Verkehr (z.B. Überschallknall) werden Erschütterungen deshalb auch vom Bauwesen (z.B. Rammen) und vom Betrieb industrieller Anlagen verursacht.

### **Klassifikation 8: Sonstige Belastungen**

In dieser Klassifikation sollen diejenigen Elemente einer Belastung oder Beeinträchtigung der Umwelt Berücksichtigung finden, die direkt keiner der übrigen Klassifikationen zugeordnet werden können. Die Spezifizierung der Klassifikation 8 kann deshalb auch zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

### **Klassifikation 9: Abfall**

Zu den wichtigsten Aufgaben der Umweltpolitik zählt die Abfallpolitik. In ihrer Zielsetzung orientiert sich die bundesdeutsche Abfallpolitik an dem Regelwerk des Abfallgesetzes. Stark vereinfachend läßt sich als ein Ziel dieses Gesetzes der Vorrang der Abfallvermeidung vor der Abfallverwertung sowie der Verwertung vor der Abfallablagerung festhalten.

Abfälle sind entsprechend dem Abfallgesetz „bewegliche Sachen, deren sich der Besitzer entledigen will oder deren geordnete Entsorgung zur Wahrung des Wohls der Allgemeinheit, insbesondere des Schutzes der Umwelt, geboten ist“ (subjektiver bzw. objektiver Abfallbegriff). Trotz dieser Legaldefinition gibt es in der betrieblichen Praxis häufig Abgrenzungsschwierigkeiten zwischen Abfällen und Reststoffen beziehungsweise Wertstoffen, die als Wirtschaftsgut dem (außerbetrieblichen) Recycling zugeführt werden und die nur eingeschränkt den Regelungen des Abfallgesetzes unterworfen sind.

Abfälle können nach mehreren Gesichtspunkten wie Herkunft, Aggregatzustand, chemische Zusammensetzung, Art der Einsammlung und Abfuhr sowie Art der Entsorgung gegliedert werden. Von besonderer, praktischer Bedeutung ist der Abfallkatalog, der von der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit erarbeitet wird. Dieser Katalog führt einige Hundert Arten von Abfällen und Reststoffen auf, die zu irgendeinem Zeitpunkt zu Abfällen im Sinne des Abfallgesetzes werden können, sowie fehlerhafte Zwischen- und Endprodukte (Fehlchargen). Der Katalog ist nach einem gemischten System gegliedert, bei dem die stoffliche Zusammensetzung und die Herkunft der Abfälle im Vordergrund stehen. Zu den „besonders überwachungsbedürftigen Abfällen“ zählen diejenigen Stoffe, die nach Art, Beschaffenheit oder Menge in besonderem Maße gesundheits-, luft- oder wassergefährdend, explosibel oder brennbar sind oder Erreger übertragbarer Krankheiten enthalten oder hervorbringen können. An die Entsorgung dieser Abfälle werden besondere Anforderungen gestellt.

Abfälle entstehen bei Prozessen der Gewinnung von Stoffen, ihrer Umwandlung und beim Verbrauch sowie beim Betreiben von Infrastruktureinrichtungen (z.B. Straßenkehrriech). Die Vermeidung und Verminderung des Abfallaufkommens stellt gegenwärtig eine der wichtigsten umweltpolitischen Aufgaben dar. Die Abfallentsorgung umfaßt das Gewinnen von Stoffen oder Energie aus Abfällen (Abfallverwertung) und das Ablagern von Abfällen sowie die hierzu erforderlichen Maßnahmen des Einsammelns, Beförderns, Behandeln und Lagerns.

### **Klassifikation 10: Verbleib und Entsorgung von Schadstoffen**

Der Verbleib umweltgefährdender Stoffe sowie die unterschiedlichen Möglichkeiten ihrer Entsorgung sollen konkrete Hinweise darauf geben, was mit diesen Substanzen weiterhin geschieht, um das hieraus resultierende Gefährdungspotential abschätzen zu können. Die

hierzu zählenden Informationen werden in der vorliegenden Klassifikation zunächst in drei Bereiche Abfall, Altlasten und Abwasser untergliedert. Dabei wird auf die Art der Entsorgung beziehungsweise der Art des Schadstoffverbleibs abgestellt.

Das Problemgebiet Abfallentsorgung umfaßt im Hinblick auf den Verbleib und die Entsorgung von Abfallstoffen unter anderem Angaben über die Zwischenlagerung von Abfällen, die Sortierung und Altstoffauslese, die chemisch-physikalische Behandlung, die thermische Verwertung von Abfällen und die dabei entstehenden Rückstände, die Ablagerung auf Deponien und sonstige Entsorgungswege der Abfälle.

Hinweise auf das Gefährdungspotential in der Abfallentsorgung liefern z.B. Informationen über den Sicherheitsstandard von Entsorgungseinrichtungen (Abdichtung der Deponie gegen Grundwasser, Sickerwasserbehandlung u.a.) oder über Entsorgungswege besonders überwachungsbedürftiger Abfälle. Das Regelwerk der in Arbeit befindlichen TA Abfall wird hierzu wichtige Orientierungshilfen leisten. Auch der umstrittene und schwer zu kontrollierende „Tourismus“ von Hausmüll und Gewerbeabfällen stellt ein Gefährdungspotential der Umwelt im In- und Ausland dar.

Von kaum geringerer Bedeutung als eine adäquate Abfallentsorgung ist die Altlastensanierung. Altlasten sind Altablagerungen und Altstandorte, sofern von ihnen Gefährdungen für die Umwelt, insbesondere die menschliche Gesundheit, ausgehen oder zu erwarten sind. Für den Bereich der Altlasten sind insbesondere Informationen zu Ablagerungen, Art der Belastung, Standorten und Schutzauflagen sowie Angaben über Sicherungsmaßnahmen und Dekontaminationen von Bedeutung. In jüngerer Zeit sind eine Reihe von Gutachten und Empfehlungen aus dem wissenschaftlichen und politischen Bereich zur Altlastensanierung erarbeitet worden.

Die Abwasserproblematik kann teilweise nach dem Grad und Ausmaß der Abwasserklärung, dem Zustand des Kanalisationsnetzes und den Schadstoffeinleitungen beurteilt werden. Hinzu kommen Fragen der Behandlung und Entsorgung von Klärschlämmen aus der biologischen Abwasserbehandlung, von Schadstofftransport und -abbau im Gewässer sowie der Sedimentation. Wichtige Themenbereiche im Bereich der „ungeordneten“ Entsorgung sind auch Wasserqualität stehender Gewässer (insbesondere Meere) und kontaminiertes Grundwasser (Belastung mit Nitrat und Pestiziden).

## **Klassifikation 11: Forschung und Maßnahmen für den Umweltschutz**

Das Handeln des Menschen ist gekennzeichnet - und überhaupt erst möglich - durch die Inanspruchnahme oder direkte Nutzung des Umweltpotentials. Die Umwelt kann die sich daraus ergebenden verschiedenartigen Belastungen nur bis zu einem gewissen Grad ohne negative Auswirkungen und letztendlich auch ohne Gefährdung der menschlichen Existenz selbst aufnehmen. Daher sind Bemühungen zum Schutz der Umwelt vor unerwünschten Entwicklungen notwendig.

Ansätze für diese Bemühungen sind im Bereich des „technischen“ Umweltschutzes, das heißt im Rahmen technischer Maßnahmen bei der Produktion und beim Verbrauch, zu finden.

Im nicht-technologischen Bereich sind die vielfältigen Maßnahmen des Natur- und Landschaftsschutzes zu nennen, wie zum Beispiel Schaffung von Biotopen oder naturnahe Rekultivierungsmaßnahmen.

Angesichts der sich in weiten Bereichen verschärfenden Ressourcenproblematik ist es auch erforderlich, Maßnahmen zu berücksichtigen, die der Schonung und Reichweitenverlängerung biotischer und abiotischer Rohstoffe dienen.



Die Abschätzung des durch Umweltschutzmaßnahmen erzielten Effektes, beispielsweise die Quantifizierung der mit dem Einsatz einer Rückhaltetechnik erreichten Einsparung an Emissionen, ist für Kosten-Nutzen-Analysen des Umweltschutzes besonders bedeutsam. Sie ist jedoch ohne die genaue Kenntnis über Art und Wirkungsweise der angewandten Maßnahme kaum möglich. Aus diesem Grunde sind sowohl quantitative Angaben über die Anzahl der zur Verfügung stehenden Schutzeinrichtungen (z.B. Anzahl der Kläranlagen) als auch qualitative Informationen zur Arbeits- und Wirkungsweise (z.B. Kläranlage mit/ohne biologische Reinigungsstufe) und Effizienz der jeweiligen technischen Maßnahme erforderlich.

Darüber hinaus können Hinweise und Erkenntnisse bezüglich des tatsächlichen Einsatzfeldes einer Umweltschutzeinrichtung zur Präzisierung und Aussagen über den Umfang des erzielten Schutzeffektes beitragen.

Eine Quantifizierung des Umweltschutzeffektes darf sich nicht auf die Beschreibung der sogenannten nachgeschalteten Umweltschutzmaßnahmen zur Emissionsminderung beschränken. Ebenfalls sehr bedeutsam, wenngleich statistisch ungleich schwieriger zu erfassen, sind emissionsmindernde Umweltschutzeffekte durch „integrierte“ Umweltschutzmaßnahmen (z.B. Verfahrensänderungen durch Einsatz anderer Rohstoffe) oder durch die Einführung neuer, „sauberer“ Technologien, die nicht unter umweltspezifischen Gesichtspunkten entwickelt wurden, jedoch „Gratiseffekte“ für die Umwelt mit sich bringen.

Eine weitere Umweltschutzkategorie stellen die sogenannten produktbezogenen Umweltschutzmaßnahmen dar. Hierunter sind Maßnahmen zu verstehen, die der Herstellung von Erzeugnissen dienen, die bei Gebrauch oder Verbrauch eine geringere Umweltbelastung hervorrufen.

Neben den Maßnahmen zur Emissionsminderung sind auch die Maßnahmen zur Umweltsanierung (Sanierung von Altlasten, Gewässern u.a.) in Betracht zu ziehen und deutlich abzugrenzen.

Was die Schonung der Ressourcen betrifft, so sind bei den abiotischen Ressourcen neben den Anstrengungen zur Ausweitung des Ressourcenpotentials (Exploration) auch solche Entwicklungen von Bedeutung, die eine effizientere Nutzung der vorhandenen oder erreichbaren Bestände ermöglichen. Maßnahmen zum Schutz und Erhalt biotischer Ressourcen ergeben sich - bei gefährdetem Artenbestand - vor allem im Bereich der zeitlich befristeten oder dauernden Nutzungseinschränkung (Fangverbote etc.), dem Schutz des Lebensraums sowie in den Möglichkeiten zur Steigerung des Ressourcenangebots (Zucht, „Auswildern“ bedrohter Arten). Hier sind auch Berührungspunkte gegeben zu den Umweltschutzmaßnahmen im Bereich des Natur- und Landschaftsschutzes.

Umweltschutzmaßnahmen können auch nach ihrer Funktion als Instrumente der Umweltpolitik gegliedert werden. Erwähnt seien hier die nicht fiskalischen Instrumente (Auflagenpolitik, Kooperationslösungen u.a.), die fiskalischen Instrumente (Steuerung über öffentliche Ausgaben und Einnahmen) sowie die „marktorientierten Instrumente“.

Die Aufnahme einer entsprechenden Klassifikation in das System der Umweltökonomischen Gesamtrechnung ermöglicht darüber hinaus Aussagen über die Nachfrage (Einsatz, Maßnahmen, Investitionen etc.) und über das Angebot (Herstellung, zur Verfügung stehende Technologie) von Gütern und Dienstleistungen, die für Zwecke des Umweltschutzes aufgewendet werden. Außerdem werden Informationen über die finanziellen Belastungen durch Umweltschutzmaßnahmen geliefert.

## **Klassifikation 12: Extrembelastungen**

Unter Extrembelastungen sollen solche Belastungen der Umwelt (Immissionen) verstanden werden, die infolge ihrer außerordentlichen Intensität und ihres enormen Ausmaßes das allgemein nur in Durchschnittsangaben erfaßte Niveau vergleichbarer Beeinträchtigungen wesentlich überschreiten und infolgedessen Schäden beträchtlichen Umfangs, sowohl in ökonomischer als auch in ökologischer Hinsicht, nach sich ziehen (z.B. Strahlenbelastungen nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl oder Waldschäden nach den Orkanen im Frühjahr 1990).

Infolge der außerordentlichen Bedeutung solcher Belastungen für die Umwelt ist es deshalb wichtig, neben den durchschnittlichen Immissionsangaben auch die Art und das Ausmaß sowie die Häufigkeit von Spitzenbelastungen und gegebenenfalls Belastungskombinationen gesondert nachzuweisen.

Extrembelastungen können aufgrund natürlicher Abläufe initiierte Vorgänge sein oder durch die Folgen menschlichen Handelns direkt hervorgerufen werden; darüber hinaus werden auch Extremreaktionen der Umwelt auf anthropogene Belastungen berücksichtigt.

## **Klassifikation 13: Störfaktoren**

Neben den im vorigen Abschnitt angesprochenen Extrembelastungen, die besonders einschneidende Folgen für die Umwelt haben und darüber hinaus in der Regel nur selten vorkommen, werden ins System der Umweltökonomischen Gesamtrechnung solche Einwirkungen aufgenommen, die ebenfalls starke Beeinträchtigungen darstellen, jedoch im Gegensatz zu den Elementen der Klassifikation 12 als außerordentliche Ereignisse im Emissionsbereich dargestellt werden können. Neben den „Regelemissionen“ soll die Klassifikation 13 deshalb die Berücksichtigung von „Störfallemissionen“ ermöglichen.

Diese als Störfaktoren bezeichneten Elemente können überwiegend in Kategorien unterteilt werden, die denen der Extrembelastungen vergleichbar sind, so daß prinzipiell auch Überschneidungen durchaus möglich sind.

Störfaktoren können sowohl von natürlichen Vorgängen und menschlichen Aktivitäten ausgelöst werden als auch aus Umweltreaktionen auf anthropogene Belastungen bestehen.

## **Klassifikation 14: Güter (Aktivitäten)**

Unter Gütern werden im Sinne der Wirtschaftsstatistik Waren und bestimmte Dienstleistungen verstanden. Belastungen für Mensch und Umwelt werden in einem allgemeinen Sinn vor allem durch produktionsspezifische Prozesse mit Input von Rohstoffen und Energie einerseits und produktbezogene Emissionen von Gütern andererseits hervorgerufen. Hinzu kommen die aus Neben- und Hilfstätigkeiten bei der Güterproduktion und bei Verbrauchsprozessen wachsenden Belastungen.

Produktionsspezifische Umweltbelastungen entstehen bei der Herstellung von Gütern, nämlich bei der Gewinnung, der Be- und Verarbeitung von Stoffen und der Weiterverarbeitung in späteren Produktionsstufen. Diese Produktionsprozesse kommen in allen Teilen der Wirtschaft vor, sind aber kennzeichnend insbesondere für den Bergbau sowie für den Grundstoff- und Produktionsgüterbereich. Die Systematik dient deshalb auch zur Darstellung aller wirtschaftlichen Aktivitäten. Produktionsspezifische Belastungen werden verursacht durch „Regelemissionen“ aus dem Produktionsbetrieb, die sich aus dem Produktionsniveau der hergestellten Güter, dem angewandten Herstellungsverfahren, den eingesetzten Stoffen, den Stoffumwandlungen und dem Emissionsminderungsverfahren ergeben, sowie durch „außerordentliche“ Emissionen aus Störfällen und Unfällen bei der Produktion.

Produktspezifische Emissionen entstehen beim Verbrauch von Gütern (z.B. Waschmittel, Lösungsmittel, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel) und bei der Entsorgung von Gütern (Abfallproblem). Im weiteren Sinne kann man auch verteilungsspezifische Emissionen hierzu rechnen. Zu denken ist beispielsweise an Schüttgutumladungen (Kohle, Steine und Erden) oder an Verdunstung beim Betanken (Öl).

Die Erfassung des Stoff-Flusses von Erzeugnissen und Chemikalien in Wirtschaft und Umwelt erfordert einen hohen wissenschaftlich-analytischen Aufwand und eine gut ausgebaute Datengrundlage. Benötigt werden in jedem Fall detaillierte technische und chemisch-physikalische Informationen über das Herstellungsverfahren und das Emissionsverhalten (vereinfachend „Emissionsfaktoren“) und weitergehende Informationen über den Stoff-Fluß.

### **Klassifikation 15: Wirtschaftsbereiche und -sektoren**

Die Lage der Umwelt wird insbesondere von wirtschaftlichen Tätigkeiten des Menschen und den damit verbundenen unerwünschten Folgewirkungen beeinflusst. Dabei gehen Effekte nicht allein von der Erzeugung und Verwendung der zahlreichen Güter aus (vgl. Klassifikation 14), sondern werden auch durch andere Wirtschaftsabläufe (z.B. Dienstleistungen) oder das Freizeitverhalten der privaten Haushalte hervorgerufen. Die im Zeitablauf eintretenden Veränderungen einer spezifischen Umweltsituation sind deshalb in der Regel nicht nur auf Veränderungen im globalen Ablauf des Wirtschaftsgeschehens zurückzuführen (Struktureffekte), sondern resultieren aus der Summe von Einzelaktivitäten und Abläufen, die sich in der Wirtschaft und bei den privaten Haushalten abspielen.

Ebenso wie die belastenden Aktivitäten sind auch die Umweltschutzmaßnahmen einzelner Wirtschaftsbereiche und des Staates bedeutsam. Beispielsweise dürfte eine Verbesserung der Immissionslage infolge des Einsatzes von Rauchgasentschwefelungsanlagen in Kraftwerken den Umweltschutzbemühungen der Energiewirtschaft zuzuordnen sein. Eine derartige Betrachtung der Umweltschutzmaßnahmen zeigt insbesondere auch die Umweltschutzbemühungen der verschiedenen Wirtschaftsbereiche.

Auch eine eventuelle Gegenüberstellung von Ergebnissen der Umweltökonomischen Gesamtrechnung mit Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung macht eine kompatible Klassifikation für Wirtschaftsbereiche in beiden Berichtssystemen erforderlich.

### **Klassifikation 16: Regionale Gliederungen**

Umweltrelevante Vorgänge ereignen sich zuallererst in ganz bestimmten Räumen und Regionen. Die davon ausgehenden Entwicklungstrends vollziehen sich darüber hinaus in den einzelnen Regionen in sehr spezifischer und differenzierter Weise. Daher ist eine Beschreibung der Umweltsituation ohne konkreten Raum- und Sachbezug für viele Fragestellungen in der Regel nur wenig aussagefähig.

Ein konkreter Raumbezug ist häufig auch deshalb erforderlich, um die unter einem bestimmten Aspekt sachlich zusammengehörigen Informationen aus verschiedenen Bereichen für einzelne Regionen zusammenführen zu können und um die Beurteilung von Umweltzusammenhängen vor dem Hintergrund der verschiedenartigsten Einflußfaktoren zu ermöglichen. Zu denken wäre hier beispielsweise an eine umweltökonomische Analyse des Wasserhaushalts von Flußsystemen mit den verschiedenartigsten Einflußkomponenten auf die relevanten Untersuchungsparameter. Als Basis einer solchen Analyse ist die Abgrenzung von Einzugsgebieten der jeweiligen Flußsysteme unverzichtbar.

Raumabgrenzungen lassen sich einerseits unter politisch-administrativen Gesichtspunkten treffen (z.B. Verwaltungsgrenzen, aber auch rechtliche Festsetzungen wie Naturschutzge-

biete). Zum anderen sind auch fach- und umweltspezifische Abgrenzungen denkbar (z.B. Wassereinzugsgebiete, Entsorgungsnetze für Abfall und Abwasser, Verkehrsnetze, Naherholungsgebiete etc.).

Es bietet sich deshalb an, auch solche Nachweisungen vorzusehen, die sich einerseits in Anlehnung an bereits bestehende regionale Gliederungen nach administrativen oder nicht administrativen Abgrenzungen darstellen lassen. Unter Umständen können auch Typisierungen für verschiedene Raumkategorien, in denen vergleichbare Umweltbedingungen bestehen, vorgenommen werden. Denkbar sind beispielsweise Klassifikationen nach hochverdichteten Industrieregionen, Umlandregionen und ländlichen Regionen. Ein solches Vorgehen erleichtert einen Gesamtüberblick, erfordert jedoch große methodische Sorgfalt. Vor allem ist zu beachten, daß sachlich zusammengehörige Daten aus unterschiedlichen Umweltbereichen in sachlich vergleichbaren Regionalgliederungen vorliegen sollten.

Walter Radermacher\*)

## Das Statistische Informationssystem zur Bodennutzung (STABIS) als Instrument einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung

1. Die Methoden und Arbeitsweisen der Statistik sind bislang auf die Beobachtung sozio-ökonomischer Vorgänge und Sachverhalte ausgerichtet; dies entspricht den traditionellen Schwerpunkten im Arbeitsgebiet der Statistik. Der direkte Bezug zu Personen oder Institutionen prägt sowohl die Art der Datenerhebung und -aufbereitung als auch die Möglichkeiten der Auswertung und Veröffentlichung der Ergebnisse.

In eine Umweltökonomische Gesamtrechnung müssen neben sozio-ökonomischen Statistiken vor allem Umweltinformationen integriert werden. Dies erfordert zwangsläufig auch die Integration neuer Methoden und Arbeitsweisen: Ökologische Phänomene sind oft nicht an Personen oder Institutionen gebunden, sie können mithin per Fragebogen nicht oder nur schwer erhoben werden. Ihre Aggregation macht Schwierigkeiten, weil sich die Daten auf andere Räume als die sonst üblichen Verwaltungsgebiete beziehen. Auch die Analyse und Bewertung der Informationen stellt neue Anforderungen, indem räumliche Bezüge und Zusammenhänge ausgewertet werden müssen. Kurz, für die Erhebung, Aufbereitung und Analyse der Daten einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung braucht die Statistik neue Methoden und Instrumente.

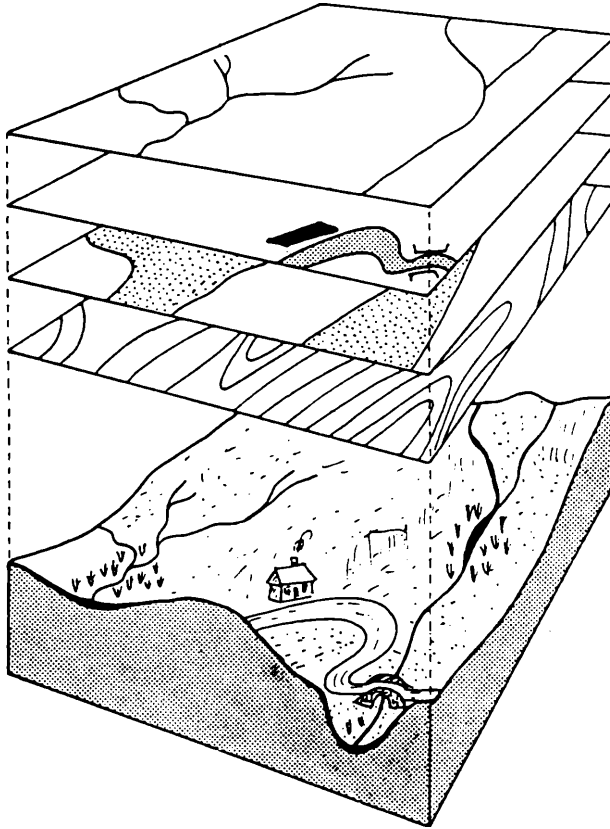
In der Erhebung sind neue Datenquellen, wie die Fernerkundung aus Flugzeugen und Satelliten, zu erschließen. Die Aufbereitung muß derartige Datensammlungen unterstützen und entsprechende räumliche Aggregationen ermöglichen. In der Datenauswertung und -analyse werden geostatistische Verfahren einzusetzen sein, die die räumliche Dimension von Daten ausnutzen, um aus dem Zusammentreffen mehrerer Informationen an einem Ort Schlußfolgerungen ziehen zu können.

2. Die in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung zu sammelnden Daten werden sich auf sehr unterschiedliche Gebiete beziehen. Neben den adreßbezogenen Daten, wie sie in der Statistik bisher vorwiegend üblich sind, werden Sachverhalte verschiedener Arten geographischer Objekte abzubilden sein. Grundsätzlich kann man dabei in Punktdaten (z.B. Werte von Immissionsmeßstellen), Liniendaten (z.B. Qualität von Fließgewässern) und Flächendaten (z.B. Bedeckung/Nutzung von Bodenflächen) unterscheiden. Es wird Daten für feste Raumbezugseinheiten, wie Verwaltungseinheiten (z.B. Gemeinden) oder feste geometrische Einheiten (z.B. Planquadrate), ebenso geben wie für variable Bezugseinheiten, die vom Beobachtungsmerkmal abhängen (z.B. Fläche eines Waldes). Um eine derartige Vielfalt von regionalen Gliederungen in einem Gesamtrechnungssystem verarbeiten zu können, wird ein Informationssystem benötigt, das - wie in Schaubild 1 (siehe S. 64) dargestellt - die Umwelt in verschiedenen thematischen Karten abbildet und das in der Lage ist, diese raumbezogenen Informationen zusammenzuführen und zu überlagern. Auf diese Weise werden die regionalen Gliederungen bei der Datensammlung und bei der Ergebnisdarstellung voneinander entkoppelt, so daß auf beiden Seiten die erforderliche Flexibilität erreicht wird.

---

\*) Referatsleiter in der Abteilung „Produzierendes Gewerbe, Bautätigkeit, Umweltstatistiken“ im Statistischen Bundesamt.

Schaubild 1  
Das Ebenenkonzept eines Geo-Informationssystems



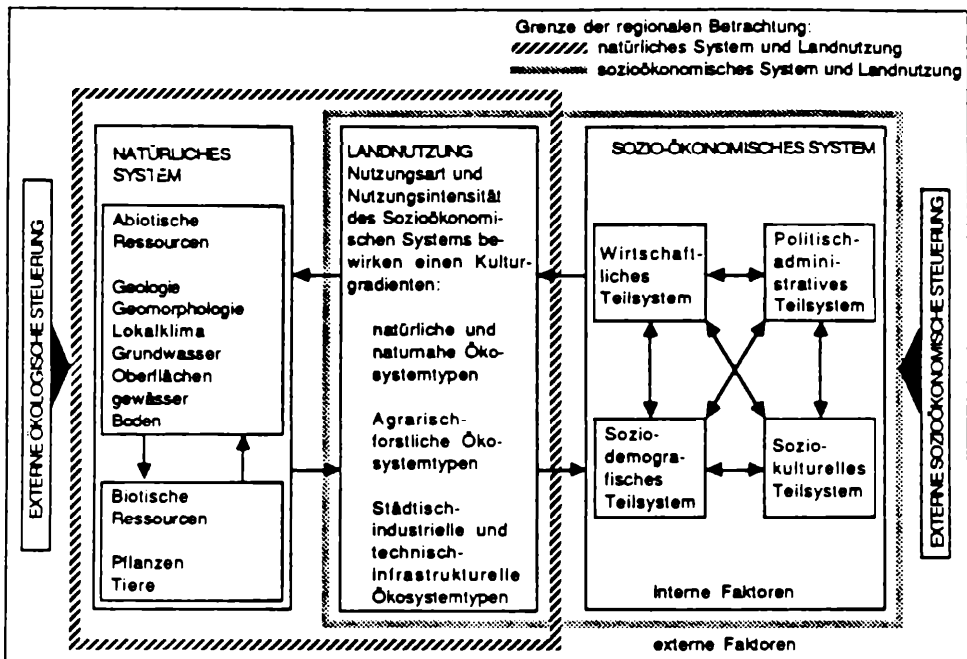
Quelle: Burrough, P.A. (1986), Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford

Das Statistische Informationssystem zur Bodennutzung (STABIS), das vom Statistischen Bundesamt in einer Pilotstudie konzipiert worden ist, bietet diese neuen Methoden und Möglichkeiten. STABIS ist ein Geographisches Informationssystem (GIS), d.h. eine Datenbank raumbezogener Informationen in Verbindung mit Datenverarbeitungssoftware zur Aufbereitung und Analyse.

In STABIS können grundsätzlich statistische Daten beliebiger Raumbezüge gespeichert werden, wenn außer den Sachverhalten selbst auch die Geometrien der Bezugsräume erfaßt werden. Sozio-ökonomische Daten können also beispielsweise auf die Lagekoordinaten der Adresse oder des Blocks oder der Gemeinden o.ä. bezogen werden. Zu Immissionswerten wird die Lage der Meßstellen eingegeben, zur Wasserqualität die linienhaften Verläufe der entsprechenden Fließgewässer usw. Es entsteht daraus ein vielschichtiges, aber lagetreues Abbild der Umwelt bzw. Landschaft. Diese raumbezogene Datenbank ermöglicht anschließend die Zusammenführung der verschiedenen regionalen Gliederungen, d.h. der verschiedenen thematischen Ebenen. Nur auf diese Weise ist eine aussagefähige Gesamtbetrachtung aller Daten einer Region und eine Aggregation zu Indikatoren größerer regionaler Einheiten, wie Kreise oder Länder, überhaupt möglich.

3. STABIS liefert darüber hinaus auch Informationen zur Umweltnutzung, und zwar in der benötigten räumlichen Darstellung: Ein Schlüsselmerkmal zur Untersuchung der Beziehungen zwischen Mensch und Umwelt ist die Nutzung und Bedeckung der Bodenfläche. Das sozio-ökonomische System und das ökologische System greifen in der Bodennutzung mit ihren räumlichen Strukturen und raumwirksamen Funktionen real und meßbar ineinander. Dies wird in dem abgebildeten „Messerli-Schema“ deutlich, das im Rahmen der Ökosystemforschung des UNESCO Forschungsprogramms MAB entwickelt worden ist (vgl. das folgende Schaubild 2).

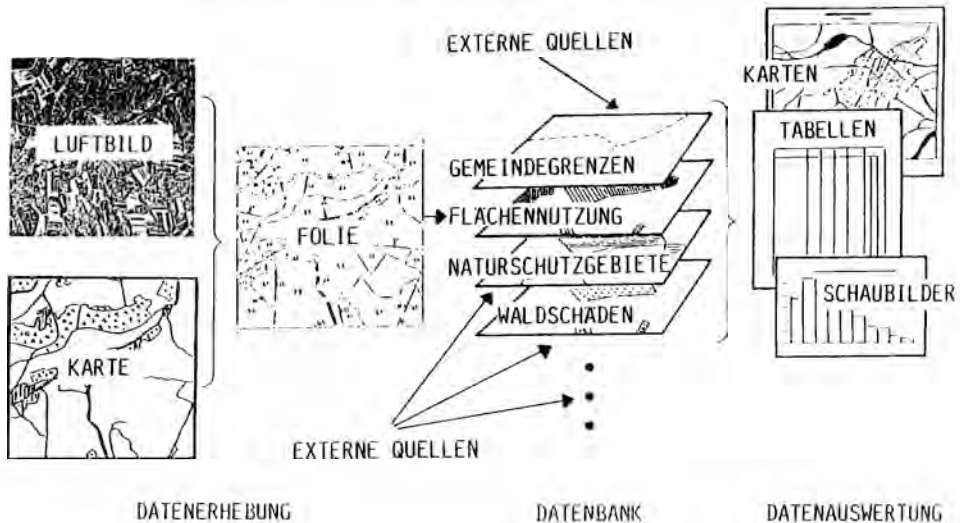
Schaubild 2  
 Schema eines regionalen ökologisch-ökonomischen Systems



Quelle: Schaller, J. (1990), Ökosystemforschung Berchtesgaden, Vortrag auf der Fachveranstaltung „Geographische Informationssysteme“ im Haus der Technik, Essen

Der Bedarf an Informationen über den wichtigen Sachverhalt Bodennutzung ist dementsprechend vielfältig und hat in den letzten Jahrzehnten mit steigender Intensität der Bodennutzung erheblich zugenommen. Um diesem Datenbedarf nachzukommen, sieht der STABIS-Ansatz die Heranziehung und Auswertung neuer Datenquellen (Luft- bzw. Satellitenbilder) vor. Grunddatenbestand und Herzstück von STABIS sind deshalb Bodennutzungsdaten, die aus der Fernerkundung gewonnen werden und die die Realnutzung der Bodenfläche im mittleren Maßstabbereich und mit verhältnismäßig tiefer sachlicher Gliederung nachweisen (vgl. Schaubild 3, S. 64).

Schaubild 3  
 Statistisches Informationssystem zur Bodennutzung STABIS



Die Untersuchungen der Pilotstudie STABIS wurden in etwa zwanzig über das ehemalige Bundesgebiet verteilten Testgebieten mit einem Anteil von einem Prozent der Bundesfläche durchgeführt. Die Ergebnisse der Pilotstudie haben gezeigt, daß der Zugriff auf die geometrischen Lagebeschreibungen, wie sie STABIS bietet, methodisch völlig neue statistische Auswertungswege eröffnet:

- Ergebnisse können auf beliebige Räume bezogen werden, insbesondere auch auf solche, die an naturräumlichen Gegebenheiten und Prozessen orientiert sind (siehe die Übersichten 1 „Flächenstatistik“, S. 65 und 2 „Schutzzone“, S. 66).
- Es können räumliche Nachbarschaften analysiert werden, zum Beispiel die Bodennutzung in Entfernungszonen um Verkehrswege oder die Länge von Waldrändern (siehe Übersicht 3 „Verkehrsbelastung“, S. 67).
- Punktuell oder stichprobenhaft vorliegende Daten und Meßergebnisse können mit geostatistischen Verfahren interpretiert, hochgerechnet und flächenhaft verteilt werden.
- Es können Bodennutzungen im Längsschnitt analysiert werden und darauf Statistiken (nicht saldierter) echter Bewegungen und Verdrängungseffekte aufgebaut werden, wie sie zur Analyse von Versiegelungs- und Renaturierungsprozessen erforderlich sind.
- Es können gezielt repräsentative Flächenstichproben für nachgehende Erhebungen gezogen werden und darauf Erhebungssysteme ähnlich dem Mikrozensus und der Wohnungsstichprobe aufgebaut werden.

STABIS unterstützt darüber hinaus eine Vielzahl von „sekundären“ Auswertungen, die bei Hinzuziehung anderer, durch digitale Geometrie beschriebener räumlicher Zusammenhänge möglich sind. Um den verschiedenen Anwendern solche Auswertungen zu ermöglichen, müssen ihnen Daten in geeigneten Formen aus STABIS zur Verfügung gestellt werden.



## Auswertungsbeispiel Flächenstatistik

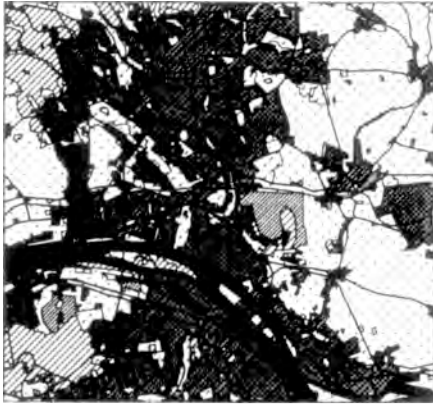


Abb. 1

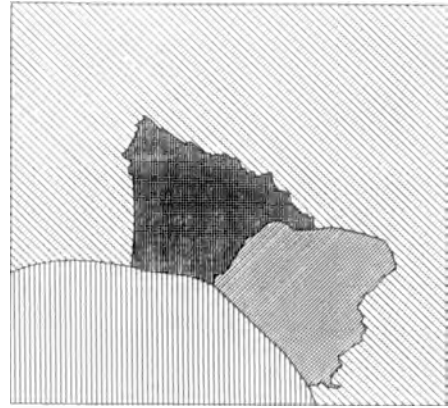


Abb. 2

Mit Stabis können Flächenbilanzen der Bodennutzung für unterschiedliche Verwaltungseinheiten ermittelt werden. Abb. 1 zeigt die Struktur der Bodennutzung eines Gebiets. Abb. 2 stellt die Aufteilung in Verwaltungseinheiten dar. Durch Verschneidung der beiden Datenbestände erhält man für die Verwaltungseinheiten statistische oder kartographische Flächenbilanzen (Abb.3)

Gemarkung  
Wiesbaden-Biebrich

### Flächenstatistik für Wiesbaden-Biebrich

	ha	%-Anteil
Wohnflächen	318	24,5
Gewerbe, Mischnutzung	306	23,6
Versorgung, Entsorgung	94	7,2
Verkehr	111	8,6
Sport, Spiel, Freizeit	27	2,1
Grün, und Parkanlagen	64	4,9
Sonstige Freizeit und Erholung	98	7,6
Ackerland	67	5,2
Wiesen und Weiden	37	2,8
Wald	60	4,6
Wasser	102	7,8
Brachflächen	12	0,9
Zusammen	1 296	100



Abb. 3

## Auswertungsbeispiel Schutzzonen

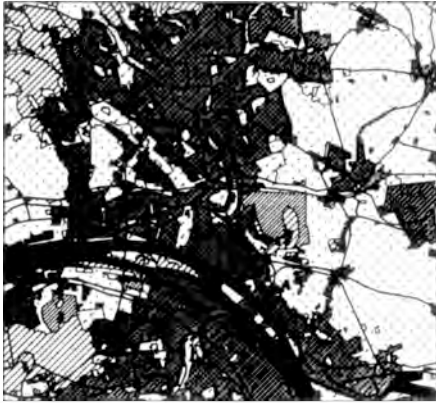


Abb. 1

In STABIS können neben der aktuellen Bodennutzung (Abb. 1) andere raumbezogene Sachverhalte aufgenommen und miteinander kombiniert werden. Auf diese Weise können beispielsweise potentielle Konflikte zwischen speziellen Nutzungen (Gewerbe, Verkehr usw.) und Natur- und Wasserschutz (Abb. 2) ausfindig gemacht und quantifiziert werden.

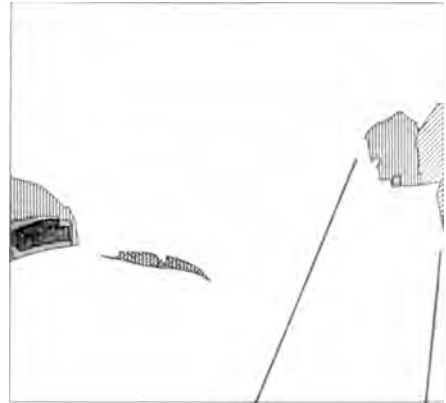


Abb. 2

Wasserschutzgebiet  
Wiesbaden-Erbenheim



Abb. 3

Flächenstatistik für Wasserschutzgebiet  
Wiesbaden-Erbenheim

	ha	%-Anteil
Wohnen, Mischnutzung	13	3,4
Gewerbliche/landwirtschaftliche Betriebe	14	3,7
Autobahnen	6	1,5
Sonstiger Straßenverkehr	4	1,1
Flughäfen	9	2,4
Sport, Spiel, Freizeit	3	0,9
Kleingärten	10	2,4
Ackerland	295	76,9
Gartenbau	2	0,5
Wiesen und Weiden	9	2,3
Obstplantagen	18	4,7
Zusammen	384	100

## Auswertungsbeispiel Verkehrsbelastung

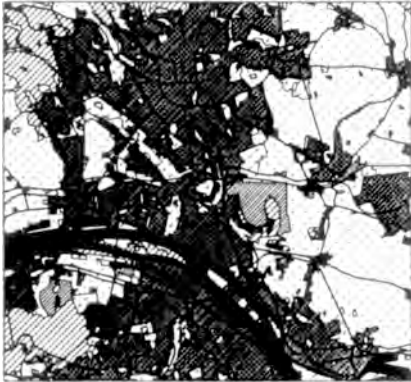


Abb. 1

STABIS enthält die Hauptverkehrswege (Autobahnen, Bundesstraßen, Eisenbahnstrecken usw.) und die Bodennutzungen in ihrer Nachbarschaft (Abb. 1). Mit Hilfe der Datenverarbeitung von STABIS können in Abhängigkeit von Schadstoffen Belastungszonen unterschiedlicher Breite berechnet werden (Abb. 2). Anschließend kann die Verteilung der Bodennutzung in den Belastungszonen ermittelt werden, wobei vor allem belastungsempfindliche Nutzungen (z.B. Erholungs- oder Wohngebiete) beachtet werden können.

#### Flächenstatistik für die Belastungszonen der Autobahnen Mainz/Wiesbaden

	ha	%-Anteil
Wohnflächen	63	5,5
Gewerbe, Ver- und Entsorgung, Verkehr	340	29,7
Grün- und Parkanlagen	14	1,2
Kleingärten	56	4,9
Sonstige Freizeit und Erholung	24	2,1
Landwirtschaft	482	42,2
Wald	87	7,6
Wasser	21	1,8
Heiden und Brachflächen	58	5,0
<b>Zusammen</b>	<b>1 143</b>	<b>100</b>

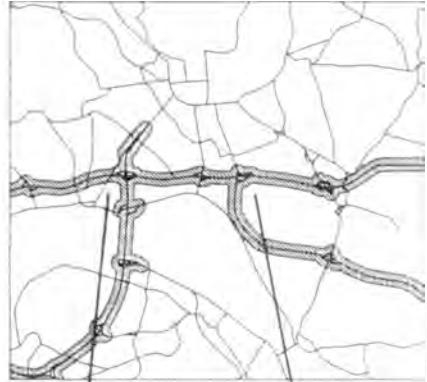


Abb. 2

#### Belastungszonen der Autobahnen Mainz-Wiesbaden

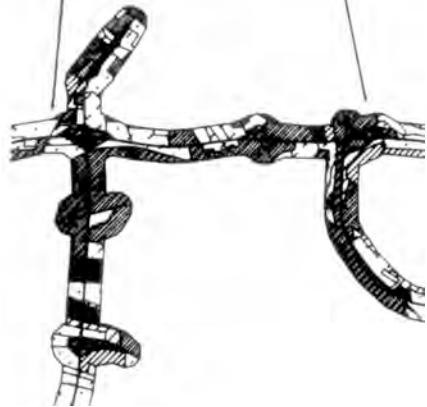


Abb. 3

Als Beispiel für Datenquellen, die bei Zusammenführung mit STABIS-Daten wesentlich zur Deckung von Informationsbedarf beitragen, seien hier hervorgehoben:

- Digitale Geländemodelle,
- Hochspannungsleitungstrassen,
- geplante Verkehrsstrassen,
- Gewässereinzugsgebiete,
- Biotopkataster,
- Natur- und Landschaftsschutzgebiete,
- Wasserschutzgebiete,
- Rohstoffsicherungsgebiete,
- Flächennutzungspläne und
- Gebietsentwicklungspläne, regionale Raumordnungspläne.

Mit STABIS werden vor allem in folgenden Bereichen wesentliche Verbesserungen der Informationsversorgung und Aussagequalität erreicht bzw. zu vielen ökologischen Fragestellungen überhaupt erstmalig Aussagen ermöglicht werden:

- Berichte
  - Raumordnungsberichte,
  - Städtebauberichte,
  - Baulandberichte und
  - Umweltberichte.
- Forschungsprojekte und Modellrechnungen zu vielen Problembereichen, wie z.B.:
  - Ausdehnung und Struktur der Siedlungsfläche,
  - Wirkungskontrolle und Weiterentwicklung des Bebauungsplanungsrechts,
  - Weiterentwicklung der Grundlagen für die Festsetzung von Schutz- und Vorranggebieten,
  - Bodennutzung und Bodenerosion,
  - Nutzungseignung von Flächen für Erholungszwecke,
  - Bodennutzung und Stoffeinträge in das Grundwasser,
  - Einfluß der Bodennutzung auf Wasserhaushalt und Abflußregime,
  - Klimamodellrechnungen,
  - Emissionen, Immissionen: Lokalisierung von Emissionsursachen, Modellierung von Ausbreitungsbedingungen, Quantifizierung von Nutzungsbeeinträchtigungen,
- Umweltverträglichkeitsprüfungen, insbesondere unter Berücksichtigung von Zerschneidungseffekten und
- Landesentwicklungs- und Regionalplanung, insbesondere durch Datenbereitstellungen von Daten für Raumordnungskataster als Planungsgrundlage.

Die Bedeutung von STABIS liegt vor allem darin, daß derartige Daten erstmals einheitlich flächendeckend für das ehemalige Bundesgebiet angeboten werden sollen.

In einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung kann damit STABIS einerseits die Aufgabe übernehmen, raumbezogene Informationen über die Nutzung der Umwelt und speziell der Bodenfläche zu liefern, andererseits ermöglicht STABIS als geographisches Informationssystem die Zusammenführung, Aufbereitung und Analyse regional tief gegliederter Daten aller betrachteten Fachbereiche.

Peter Roemer\*)

# Datenbasis

## 1 Datengrundlage

Ein statistisches umweltökonomisches Berichtssystem benötigt eine zuverlässige Informationsgrundlage. Sieht man vom Problem der unvollständigen, sich aber ständig fortentwickelnden wissenschaftlichen Erkenntnisse ab, stellen sich vor allem Fragen nach den Informationsquellen und nach der Datenverfügbarkeit.

### Informationsquellen

Die Informationsquellen unterscheiden sich je nach Themenstellung und Erkenntnisziel. Die Erkenntnisziele variieren wesentlich, je nachdem ob es sich um wissenschaftliche Untersuchungen, die empirische Statistik, die laufende Umweltbeobachtung oder den Umweltverwaltungsvollzug handelt. Bei wissenschaftlichen Untersuchungen stehen meist detaillierte Stoff-Fluß-Beziehungen und Ursache-Wirkung-Beziehungen unter kontrollierten Bedingungen, gegebenenfalls unter Einbeziehung mathematisch-statistischer Methoden, im Vordergrund. Demgegenüber ist die empirische, amtliche Statistik auf die Beobachtung von Massenerscheinungen gerichtet. Sie betreibt keine Ursache-Wirkung-Analyse, liefert jedoch unter Umständen wichtiges Grundlagenmaterial hierfür. Die laufende Umweltbeobachtung hat ähnliche Zielsetzungen wie die empirische Statistik, weist jedoch meist einen höheren Detaillierungsgrad der Informationen auf. Sie erfaßt beispielsweise laufend Emissionen und Immissionen nach Schadstoffen kleinräumlich in überwachten Regionen. Sie eignet sich von daher auch gut für Methoden einer statistischen Verdichtung. Der Verwaltungsvollzug (z.B. Gewerbeaufsicht) ist im wesentlichen darauf ausgerichtet, die Einhaltung bestehender Umweltnormen zu überwachen. Sie ist damit auf den Einzelfall orientiert und soll vor allem dazu beitragen, Extrembelastungen zu vermeiden. Die Beobachtung zulässiger „Regel-Belastungen“ gehört im wesentlichen nicht zu ihren Zielen. Gleichwohl eignen sich bestimmte Unterlagen aus dem Verwaltungsvollzug (z.B. Emissionserklärungen genehmigungsbedürftiger Anlagen, Abfallbegleitscheine) durchaus für statistische Analysen bestehender Umweltbelastungen.

Untersucht man die Umweltinformationen nach Themenbereichen der Umweltökonomischen Gesamtrechnung, so kommen zum Themenbereich Abbau und Verbrauch abiotischer und biotischer Ressourcen hauptsächlich folgende Informationsquellen in Betracht:

- Statistiken über Vorräte, Abbau und Verwendung von Ressourcen, Ein- und Ausfuhr, Recycling, Substitution,
- Flächenbeobachtungen von Ressourcenabbau (z.B. durch Flugzeuge, Satelliten),
- Beschreibungen ressourcenschonender Technologien und Maßnahmen („Zukunftsoptionen“),
- Ökologische Kartierungen (biotische Ressourcen),
- Regenerationsmodelle biologischer Art (für Ökosysteme) und
- Forschung und Entwicklung bei Staat und Wirtschaft.

---

\*) Referatsleiter in der Abteilung „Produzierendes Gewerbe, Bautätigkeit, Umweltstatistiken“ im Statistischen Bundesamt.

Datenbesitzer sind hier:

- amtliche Statistik,
- Bundesressorts für Wirtschaft sowie für Forschung und Technologie,
- entsprechende Länderressorts,
- Bundesanstalt für Geowissenschaft und Rohstoffe (insbesondere Vorräte und Abbau von Ressourcen),
- Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrzeugbau,
- Forschungseinrichtungen des Staates im Bereich der Ökologie, Medizin, Technik und Landwirtschaft (insbesondere „nachwachsende Rohstoffe“) und
- Forschungseinrichtungen der Wirtschaft.

Bei der Emission von Schadstoffen und Strahlungen sind nachstehende Informationsquellen bedeutsam:

- Umweltstatistiken (z.B. Abfall, Abwasser),
- Wirtschaftsstatistiken wie Energie-, Industrie-, Verkehrs- und Landwirtschaftsstatistiken (Grundlagenmaterial für Emissionsberechnungen),
- Umweltdatenbanken,
- Verwaltungsunterlagen (z.B. Luftreinhaltung, Abwassereinleitung, Abfallentsorgung),
- Kataster (Luft, Lärm, Boden),
- Meßnetze (Messungen an festen Punkten),
- Meßproben (fallweise, mobile Messungen),
- Hochrechnungsverfahren für oben genannte Informationsquellen,
- Technologieansätze (Beschreibung des Emissionsverhaltens von Anlagen, „Emissionsfaktoren“ u.ä.),
- Verbrauchsansätze (Lösemittel u.a.),
- Kreislaufansätze (z.B. Wasser) und
- „Lead-Lag“-Beziehungen (z.B. Konsum, Abfall).

Bei der Transmission kommen folgende Informationsquellen vor allem in Frage:

- Meßproben und -netze (zum Teil weltweit),
- Hochrechnungsverfahren für zuvor angeführte Informationsquellen,
- Meteorologische Parameter (Windrichtung etc.),
- chemisch-physikalische Modelle (u.a. Stoffumwandlungen, Reaktionsketten) und
- Simulations- und Ausbreitungsmodelle (z.B. Klima).

Als Informationsquellen für Immissionsbelastungen sind ähnlich wie bei den Schadstoffemissionen anzuführen:

- Statistiken,
- Umweltdatenbanken,
- Kataster,
- Meßnetze,
- Meßproben,
- Hochrechnungsverfahren,
- chemisch-physikalische Modelle und
- Bioindikatoren (Zeigerarten wie Flechten u.a.),

Wirkungen von Schadstoffbelastungen können durch folgende Informationsquellen abgeschätzt werden:

- Statistiken (z.B. Waldschäden),
- Umweltdatenbanken,

- Wirkungskataster,
- medizinische, biologische Befunde,
- Laboruntersuchungen,
- Bioindikatoren,
- Freilandbeobachtungen (Natur),
- Wahrscheinlichkeits- und Gefahrenabschätzungen technischer und biologischer Art (Risiken von Großtechnologien, Kernkraft, Krebshäufigkeiten) und
- Umweltverträglichkeitsprüfung (Güterabwägung zwischen verschiedenen Belastungs- und Entlastungsfaktoren).

Als Datenbesitzer für die vorgenannten Informationsquellen (Emission, Transmission, Immission, Wirkungen) sind hauptsächlich zu erwähnen:

- amtliche Statistik (Umweltstatistik),
- Umweltbundesamt (vor allem wissenschaftliche Methodik) und Bundesgesundheitsamt („Umweltmedizin“),
- Sachverständigenrat für Umwelt (Politikberatung),
- Länderministerien und -behörden (Informationen aus dem Vollzug von Umweltgesetzen, Kataster, Meßnetze und -proben, Bioindikatoren),
- Regierungspräsidien, Gewerbeaufsicht (Vollzug von Umweltgesetzen),
- Kreise, Kommunen (Abfallentsorgung u.a.),
- Großforschungseinrichtungen (chemisch-physikalische Modelle, Ausbreitungsrechnungen),
- Deutscher Wetterdienst (Meteorologie),
- Deutsches Hydrographisches Institut (Überwachung Hohe See),
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (Binnengewässer),
- Biologische Bundesanstalt (Pflanzenschutzmittel u.a.),
- Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung,
- Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie,
- Bundesanstalt für das Straßenwesen,
- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung sowie Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Meßmethoden, Richtlinien),
- Technische Überwachungsvereine (Gutachter- und Überwachungstätigkeit),
- Gewerbliche Stellen (Normungen des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) etc.),
- internationale Organisationen (UN, EG, OECD, Rheinkommission etc.) und
- internationale Forschung.

Umweltschutzmaßnahmen können vor allem durch folgende Informationssysteme dargestellt werden:

- Statistiken in physischen und monetären Größen und
- Maßnahmen- und objektbezogene Berichterstattung.

Als Datenbesitzer kommen im wesentlichen die amtliche Statistik sowie Bundes- und Landesinstitutionen in Frage.

Wie aus diesen Aufzählungen deutlich wird, sind die bestehenden Informationsquellen sehr heterogen. Diese Quellen sind auf spezifische Fragestellungen abgestellt, die sich in Inhalt und Methodik wesentlich unterscheiden. Es besteht daher nur eingeschränkt die Möglichkeit, diese verschiedenartigen Informationen zu einem statistischen Gesamtbild zu verknüpfen. Hier liegt eine methodische Hauptschwierigkeit für eine umweltökonomische Berichterstattung. Insbesondere Informationen über Wirkungsfragen und ähnliches können weitgehend nur als „exogen gegeben“ in eine statistische Umweltberichterstattung übernommen werden.

## 2 Datenverfügbarkeit

Nicht nur die Verschiedenartigkeit der Informationen, sondern auch eine hinreichende Datenverfügbarkeit wichtiger Umweltatbestände ist ein zentrales Problem einer umweltökonomischen Berichterstattung. Häufig werden Informationen in tiefer sachlicher Gliederung benötigt, es sollen Entwicklungen im zeitlichen Ablauf beobachtet werden, Differenzierungen in räumlicher Hinsicht sind notwendig.

In aller Regel liegen die interessierenden Daten, nicht zuletzt wegen der Fülle verschiedenartiger Themenstellungen, sachlich nur unvollständig vor. So existieren gesicherte empirische Informationen meist über „klassische“, seit längerem bekannte Problemfelder (z.B. über die „klassischen“ Luftschadstoffe Schwefeldioxid und Stickoxide). Dagegen sind verlässliche Daten über neuere Themenbereiche, auch solche größerer Tragweite, naturgemäß kaum verfügbar (z.B. Angaben über die Verbreitung spezieller toxischer organischer Verbindungen gemäß TA Luft).

Ähnliches gilt für wirtschaftsstatistische Daten, die für umweltstatistische Zwecke genutzt werden können. Beispielsweise ist der wirtschaftliche Ausstoß von Gütern statistisch vergleichsweise gut dokumentiert. Jedoch ist die Art der sachlichen Untergliederung primär für die Wirtschaftsbeobachtung entwickelt worden und nicht für die Analyse spezifischer Umweltprobleme, was einen anderen Detaillierungsgrad der Informationen erfordert hätte. Dies hat zum Teil empfindliche Datenlücken aus Umweltsicht zur Konsequenz. Noch weniger verfügbare Informationen bestehen - hauptsächlich wegen der Schwierigkeiten in der Datenerfassung - für den Stoff-Fluß in der Weiterverarbeitung, den Konsum, den Verbleib von Stoffen in der Umwelt (u.a. Problem der Umweltchemikalien) und die angerichteten Umweltschäden (Ökotoxikologie).

Bestehen schon Informationslücken in sachlicher Hinsicht, so gilt dies erst recht für die Beobachtung zeitlicher Entwicklungen. Für Fragestellungen neuerer Art sind naturgemäß wenige statistische Zeitreihen in vergleichbarer Gliederung über einen längeren Zeitraum verfügbar. Meist beschränkt man sich auf „Momentaufnahmen“; Entwicklungstrends werden aufgrund von Datenmaterial abgeschätzt, das für andere Zwecke erstellt wurde und für die aktuelle Fragestellung nur eingeschränkt aussagefähig ist.

Dies macht eingehende Validitätsuntersuchungen notwendig, um bestehende Fehlerquellen zu erkennen und auszuschalten (etwa Umwelterkrankungen und Todesursachenstatistik).

Umweltprobleme haben auch, wie bereits ausführlich beschrieben, eine räumliche Dimension. Dies gilt z.B. für die Umweltbelastung durch Luftverschmutzung in großen Industrieregionen, die Gewässerbelastung von Flüssen, Seen und Meeren. Statistische Durchschnittswerte ohne regionale Differenzierungen sind wenig aussagefähig, extreme Umweltbelastungen in einzelnen Regionen würden in einem „statistischen Durchschnitt“ verschwinden, der auf keine außergewöhnlichen Belastungen hindeutet. Deshalb ist vorgesehen, regionale Sonderentwicklungen auch in den Bausteinen „Extrembelastungen“ und „Störfaktoren“ darzustellen.

Ein empirisch-statistisches Problem liegt darin, daß im Umweltbereich viele Regionaldaten, etwa aus Meßnetzen, nicht nach statistisch-repräsentativen Gesichtspunkten ausgerichtet und entsprechend verallgemeinerungsfähig sind. Vielmehr sind die Meßnetze (z.B. für Luftschadstoffe) historisch gewachsen und orientieren sich stärker an juristischen Kriterien (Messung an Belastungsschwerpunkten zum Zwecke der Gefahrenabwehr).



Der Zugang zu den benötigten Daten wird auch aus organisatorischen und aus rechtlichen Gründen eingeschränkt. Die Umweltinformationen und wissenschaftlichen Erkenntnisse über ökologische Zusammenhänge sind über eine Vielzahl nationaler und internationaler Stellen verstreut. Informationsbeschaffung und -sammlung müssen koordiniert werden. Die Kooperation staatlicher und privater Stellen ist auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene zu organisieren. Dies bedeutet in der Praxis einen erheblichen Arbeits-, Zeit- und Kostenaufwand. Restriktionen im Datenumfang sind unvermeidlich, auch die zeitliche Aktualität der Daten ist im Ergebnis nicht immer zufriedenstellend. In rechtlicher Hinsicht sind Fragen des Datenschutzes und der Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse (vgl. z.B. Bundesimmissionsschutzgesetz) zu beachten. Hier sind Wege zu finden, in denen die benötigten Informationen unter Wahrung berechtigter Belange einzelner gewonnen und weiter verarbeitet werden können. Dabei ist teilweise mit langwierigen Abstimmungsprozessen zu rechnen. In manchen Fällen kann es durchaus sein, daß das angestrebte Informationsziel nicht erreicht wird.

### 3 Realisierung

Angesichts der Fülle der anstehenden Aufgaben kann der Aufbau einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung nur schrittweise erfolgen. Eine wichtige Rolle bei diesen Arbeiten spielt der wissenschaftliche Beirat zur Umweltökonomischen Gesamtrechnung, der vom Bundesumweltministerium eingerichtet wurde und in den namhafte Vertreter aus Wissenschaft und Umweltpraxis berufen wurden. Von diesem Beirat, dessen Beratertätigkeit auf längere Zeit angesetzt ist, werden Impulse auf die Umweltökonomische Gesamtrechnung erhofft.

Aus statistischer Sicht sollte bei den weiteren Arbeiten vor allem eine Prüfung in folgender Hinsicht vorgenommen werden:

- Relevanz der Problemstellung,
- Relevanz der einzelnen Parameter,
- Datenverfügbarkeit,
- Harmonisierung bestehender Informationssysteme,
- Möglichkeiten für eine Berechnung oder zumindest eine Abschätzung der Größenordnung wichtiger Parameter,
- Möglichkeiten, aus Einzelparametern zusammenfassende monetäre und nichtmonetäre Bewertungen der Umweltsituation zu gewinnen,
- Kompatibilität mit anderen Berichtssystemen,
- Kooperationsbedarf mit anderen Stellen,
- Beachtung internationaler Aspekte (z.B. EG, Osteuropa),
- Forschungsbedarf, Methodenforschung und
- Notwendigkeit neuer Berichtssysteme.

Eine derartige Prüfung kann nur in Abstimmung mit den an politischer Stelle Verantwortlichen, mit Wissenschaft, Verwaltung und Vollzug sachgerecht durchgeführt werden. Wegen der zahlreichen, noch ungeklärten Fragen aus dem Wissenschaftsbereich und der Eingliederung von Umweltaspekten in eine moderne Umweltökonomie werden Rat und Unterstützung von wissenschaftlicher Seite besonders benötigt. Dabei ist auch an die Initiierung von Forschungsprojekten zu denken, die wichtige Sachzusammenhänge untersuchen sollen, ehe an eine Einordnung in eine Umweltökonomische Gesamtrechnung gedacht werden kann.

Für den Bereich der amtlichen Statistik sind mittelfristig wesentliche Verbesserungen in der Datenlage zu erwarten, wenn insbesondere die seit längerem erörterte Novelle eines Umweltstatistikgesetzes zustande kommt und erste Ergebnisse vorliegen werden. Wesentliche Neuregelungen der Novelle gegenüber dem bisher gültigen Umweltstatistikgesetz sind nach gegenwärtigem Diskussionsstand eine jährliche Datenerfassung zur Abfallwirtschaft, eine neue Statistik über Luftverunreinigungen, Angaben zum Boden-, Natur- und Landschaftsschutz sowie zum Bodenzustand, Informationen über die laufenden Aufwendungen für Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe und über Umweltschutzgüter und Dienstleistungen sowie Angaben über Ordnungswidrigkeiten im Umweltbereich. Daneben sind auch in anderen Bereichen der Umweltstatistik Präzisierungen und Verbesserungen vorgesehen.

# Einige Bemerkungen zu umweltpolitischen Zielsetzungen und zur Ableitung von Öko-Margen im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnung<sup>1)</sup>

## 1 Kein Ökosozialprodukt in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung

Im Zusammenhang mit der Entwicklung der Konzepte und Definitionen für eine Umweltökonomische Gesamtrechnung wird häufig auch die Forderung erhoben, ein sogenanntes „Öko-Sozialprodukt“ zu berechnen. Dazu ist zu bemerken, daß die Umweltökonomische Gesamtrechnung getrennt von der Sozialproduktsberechnung und den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen aufgestellt werden soll. Diese Trennung erleichtert die Entwicklung eigener umweltrelevanter Konzepte, weil auf die vorgegebenen Definitionen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen keine Rücksicht genommen werden muß.

Daneben werden aber die konzeptionellen Arbeiten für ein Satellitensystem Umwelt zu den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen weitergeführt. Diese Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen; zur Zeit wird u.a. an einem entsprechenden Handbuch zur Ergänzung des „System of National Accounts“ des Statistischen Amtes der Vereinten Nationen gearbeitet. Die Berücksichtigung von Umweltnutzungen und Umweltschäden im Rahmen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen erweist sich dabei als äußerst schwierig, die Einbeziehung von wohlfahrtserhöhenden oder -senkenden Umwelteinflüssen in ein System, das in erster Linie für Zwecke der Konjunkturbeobachtung auf die Darstellung der wirtschaftlichen Leistung und der damit verbundenen Einkommensströme ausgerichtet ist, macht komplizierte Überlegungen notwendig. Es ist zur Zeit noch nicht abzusehen, ob sich dabei die Ermittlung eines Öko-Sozialprodukts als zweckmäßig und durchführbar herausstellt. Es spricht viel dafür, eine „kleine“ Lösung zu suchen, die es ermöglicht, das Kernsystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen bis auf einige tiefere Gliederungen unverändert zu lassen; die Entnahme von Ressourcen und die Belastung der Umwelt durch Emissionen könnte dabei ohne sektorale Aufteilung ausschließlich durch Ströme auf einem gesamtwirtschaftlichen Umbewertungskonto dargestellt werden. Nicht zuletzt wegen der vielen praktischen Schwierigkeiten bei der Ermittlung entsprechender Zu- und Absetzungsposten ist aber die Berechnung eines Öko-Sozialprodukts in jedem Fall nur als Fernziel der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen einzustufen.

Im folgenden wird darzustellen versucht, daß sich die Aussage, die von einem Öko-Sozialprodukt erwartet wird, auch und weitaus differenzierter aus Angaben der Umweltökonomischen Gesamtrechnung ableiten läßt. Ein Hauptzweck eines Vergleiches von Sozialprodukt und Öko-Sozialprodukt ist doch die Erkenntnis, wieviel von der erbrachten wirtschaftlichen Leistung eigentlich von der Natur geleistet beziehungsweise der Natur in Form von Schäden zugemutet worden ist. Dahinter steht der Gedanke, daß es im Umweltbereich Grenzen für solche Ausbeutungs- und Belastungsprozesse gibt, deren Überschreiten jetzt oder für zukünftige Generationen zum Problem werden kann. Aus dem Grundsatz, daß der Menschheit auch auf längere Sicht eine brauchbare Umwelt zur Verfügung stehen muß, läßt sich - wie im nächsten Abschnitt gezeigt wird - eine Reihe von umweltpolitischen Zielen ableiten.

\*) Leiter der Abteilung „Produzierendes Gewerbe, Bautätigkeit, Umweltstatistiken“ im Statistischen Bundesamt.

1) Diese Ausführungen stellen die persönliche Meinung des Verfassers dar und decken sich nicht notwendigerweise in allen Punkten mit der Auffassung des Statistischen Bundesamtes.

Prinzipiell lassen sich umweltökonomische Ziele auf drei Wegen beurteilen:

- Als Teil des im Stabilitätsgesetz von 1967 genannten Ziels eines „angemessenen“ Wachstums, also als implizite Berücksichtigung der Veränderung der Umwelt bei der Beurteilung der wirtschaftlichen Leistung. Versuche zu solchen meist qualitativen Aussagen liegen schon vor, sind aber unbefriedigend.<sup>2)</sup>
- In Form eines „Öko-Sozialprodukts“. Dabei muß unterschieden werden zwischen Forderungen, das traditionelle Sozialprodukt durch ein Öko-Sozialprodukt zu ersetzen, und Forderungen, das Öko-Sozialprodukt neben der traditionellen Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zu entwickeln. Sinnvoll ist allenfalls die zweite Alternative, die - wie bereits dargestellt - auf einen Vergleich der in einer Berichtsperiode erbrachten wirtschaftlichen Leistung mit und ohne bestimmte Umwelteffekte hinausläuft.
- Als explizit formulierte Umweltziele, für deren Zielerreichung spezielle Indikatoren als Beurteilungsmaßstäbe entwickelt werden müssen. Diesem Ansatz versucht die Umweltökonomische Gesamtrechnung zu folgen. Ein zusätzlicher Vorteil der Umweltökonomischen Gesamtrechnung liegt dabei darin, daß die Sammlung und Ajour-Haltung der umweltrelevanten Informationen, die zur Ableitung der angestrebten Indikatoren (sogenannte „Öko-Margen“) benötigt werden, auch für andere Analysen als Datenbasis zur Verfügung stehen. Für die vielen einzelnen Entscheidungen, aus denen sich praktische Umweltpolitik zusammensetzt, aber auch für andere, zum Beispiel wissenschaftliche Zwecke, sind solche speziellen Analysen ebenso bedeutsam oder sogar wichtiger als die Beurteilung der allgemeinen Zielerfüllung.

## 2 Das Prinzip der nachhaltigen Entwicklung

Die zunehmende Schädigung der Natur und die verstärkten Knappheiten von Umweltgütern haben - verbunden mit einer raschen Zunahme der Weltbevölkerung - gezeigt, daß die Inanspruchnahme der Umwelt vielfach zum Raubbau und zu rücksichtsloser Ausnutzung geworden ist. In der umweltwissenschaftlichen Diskussion wird deshalb immer häufiger das Prinzip einer nachhaltigen Entwicklung oder eines nachhaltigen Wirtschaftens postuliert. Die Erkenntnis, daß ein Teil des Wirtschaftsergebnisses der Mitwirkung der Natur zu verdanken ist, hat in den Wirtschaftswissenschaften spätestens seit den Physiokraten einen festen Platz. Die Formulierung der Nachhaltigkeit wird aber meist Hicks<sup>3)</sup> zugeschrieben:

„... we ought to define a man's income as the maximum value which he can consume during a week, and still expect to be as well at the end of the week as he was at the beginning.“

Hicks benutzt diese Definition im übrigen nicht im Zusammenhang mit der Inanspruchnahme von Umweltnutzungen und einem entsprechenden Schonungsangebot, sondern um seinen Einkommensbegriff zu dynamisieren. Dabei führt er als eine Approximation ganz allgemein auch die Intakthaltung des Kapitalstocks im Hinblick auf erwartete zukünftige Erträge ein.

2) Vgl. hierzu van Suntum, U. (1990): Angemessenes und stetiges Wirtschaftswachstum. Aus Politik und Zeitgeschichte. Beilage zu „Das Parlament“, B 18/19, S. 14 ff., April.

3) Hicks, John R. (1946): Value and Capital, 2. Auflage, S. 172, Oxford.

Besser für unsere Zwecke geeignet als diese Definition, die auf eine dauerhafte Erzielung von Einkommen abstellt, erscheint die Definition von Anne Harrison<sup>4)</sup>, mit der die eng ökonomisch gedachte Nachhaltigkeit des Kapitalstocks an reproduzierbaren Gütern auch auf das „Natur-Kapital“ ausgedehnt wird:

"Hick's definition of income ... is equivalent to saying that new capital must be at least as great as capital consumed during the year so that the capital stock at the end is at least as great as at the start."

Danach müssen für eine nachhaltige Entwicklung („Sustainable Development“) der reproduzierbare („Manmade Capital“) und der nicht reproduzierbare („Natural Capital“) Kapitalstock am Ende der Periode gleich oder größer sein als zu Beginn der Periode. Diese Definition hat damit gegenüber der Aussage von Hicks den Vorteil, daß sie auch ein operationales Maß für die Abweichung vom angestrebten Soll-Zustand angibt. Offen bleiben in dieser kurzen Definition die Probleme, die sich aus dem Zusammenwirken der beiden Teile des Kapitalstocks ergeben, zum Beispiel die Frage, wieweit im Hinblick auf Untergrenzen der Umweltnutzungen ein stärkeres Wachstum des reproduzierenden Kapitalstocks eine Abnahme des natürlichen (zum Teil nichtreproduzierbaren) Kapitalstocks kompensieren kann.

### 3 Nachhaltigkeit als allgemeine Zielgröße

Das Prinzip der Nachhaltigkeit läßt sich gut zur Formulierung allgemeiner Umweltziele benutzen, die sich sonst auf eher triviale Aussagen wie „Sauber ist besser als verschmutzt“ zurückziehen müssen. Die vier klassischen Ziele

- Wirtschaftswachstum,
- Preisstabilität,
- außenwirtschaftliches Gleichgewicht,
- Vollbeschäftigung sowie
- (häufig vergessen) fünftens die gesellschaftlich für erforderlich gehaltene Zeitallokation (also der Grad der Erwerbsbeteiligung, die Relation zwischen Arbeitszeit und Freizeit, die Dauer und Lage von Ferien usw.),

vernachlässigen in ihrer Kombination die Umweltprobleme. Bezieht man das Feld der Umweltprobleme in die Betrachtung ein, dann können als Präzisierung des Nachhaltigkeitsprinzips zusätzlich drei umweltökonomische Zielsetzungen formuliert werden:

- Sparsamer Verbrauch nichtregenerierbarer Ressourcen und Beschränkung des Verbrauchs regenerierbarer Ressourcen auf den in der Periode netto hinzuwachsenden Teil (Ziel der Ressourcenschonung).
- Möglichst weitgehende Herabsetzung der Schadstoffbelastungen in Boden, Wasser und Luft (Ziel der Immissionsminimierung). Als Unterziel können hierzu die möglichst weitgehende Vermeidung von Abfällen und Emissionen aller Art, weitgehende Entsorgung und Recycling formuliert werden (Ziel der Emissionsminimierung).
- Ökologisch schonende Behandlung der Natur als Lebensraum und als Standort für menschliche Aktivitäten (Ziel der ökologischen Lebensraumoptimierung).

---

4) Harrison, Anne (1989): Introducing Natural Capital into the SNA. In: Ahmad, Y.J., El Serafy, S. und Lutz, E. (Hrsg.): Environmental Accounting for Sustainable Development, S. 24, Washington.

Alle diese Ziele stehen in einem gewissen Verhältnis zueinander, meist konkurrieren sie miteinander. Jedes dieser Ziele kann in bestimmten Situationen stark gefährdet sein. Es ist dann Aufgabe der Wirtschafts- und Umweltpolitik, die Relation zwischen den acht genannten Zielen zu verbessern. Über diesen Zielen steht außerdem noch eine Reihe von Grundzielen, wie Leben und Gesundheit, Eigentum, Entscheidungs- und Vertragsfreiheit und Stabilität des gesellschaftlichen Systems. Das Nachhaltigkeitsprinzip kann dabei durchaus als Ausfluß des Stabilitätsgrundziels gesehen werden.

Die drei genannten umweltökonomischen Ziele sind natürlich nicht perfekt erreichbar. Es gibt nur sehr wenige Produktions- und Verbrauchsprozesse, die Produkte ohne Abfall und ohne Emissionen erzeugen. Die meisten Produktions- und Verbrauchsprozesse benötigen Rohstoff- und Energie-Input. Und alle Produktions- und Verbrauchsprozesse brauchen einen Teil der Umwelt als Standort und Lebensraum. Eine Umweltnutzung ohne nennenswerten Verbrauch nichtregenerierbarer Ressourcen und ohne Emissionen ist bei der heutigen Zahl der Weltbevölkerung wohl illusorisch. Das gilt insbesondere wegen des Verbrauchs fossiler Brennstoffe und der damit verbundenen Entropievorgänge und Klimaauswirkungen, jedenfalls solange nicht hinreichend Energie aus erneuerbaren Energieträgern (Wasserstoff, Wind-, Sonnenenergie u. a.) gewonnen werden kann. Das bedeutet letztlich, daß das Ziel eines nachhaltigen Wirtschaftens in weiten Bereichen nur unvollständig erreicht werden kann.

Wenn aber das Ziel eines nachhaltigen Wachstums weniger absolut formuliert wird, taucht das Problem der Optimierung auf. Mit der Postulierung von Zielen, die größtmögliche Schonung der Ressourcen, Minimierung der Immissionsbelastung und der Emissionen (und sinnvollerweise einen möglichst hohen finanziellen Aufwand im Bereich der Grundlagenforschung) anstreben, stößt man auf folgendes Problem:

Entweder ist die Umweltnutzung durch den Menschen in einem bestimmten Bereich unersetzlich und existenznotwendig (wie z.B. Trinkwasser, Atemluft, aus Brennstoffen erzeugte Wärme in kalten Gebieten), dann kann auf diese Nutzungen nicht oder nur sehr eingeschränkt verzichtet werden, sie sind limitational. Nur der Nutzungsgrad ist zu verbessern; nachhaltiges Wirtschaften stößt hier auf enge Grenzen.

Oder Umweltnutzungen sind (in einem weiten Sinne) substituierbar, das heißt, auf bestimmte Umweltnutzungen kann bis zu einem gewissen Grad verzichtet werden. Dieser Fall ist relativ häufig, z.B. läßt sich Kohle durch Erdöl, Autoverkehr durch öffentliche Verkehrsmittel, die Anwendung von Pestiziden in der Landwirtschaft durch Methoden der natürlichen Schädlingsbekämpfung ersetzen. Ein anderes Beispiel ist der Nutzenverlust (z.B. für die Medizin, Landwirtschaft) oder der Erlebnisverlust spezieller Tier- und Pflanzenarten, die vom Aussterben bedroht sind. Das führt unmittelbar zu der Frage, welche Produktionsprozesse und Verbrauchsvorgänge im einzelnen durch eine geeignete Umweltpolitik gebremst oder gefördert werden sollen; es wird ein Optimum der Umweltschonung gesucht. Dafür sind außer stark aggregierten Angaben in aller Regel auch noch tiefgegliederte Informationen als Entscheidungsgrundlage erforderlich. In diesem Punkt ist eine tiefgegliederte Sammlung umweltrelevanter Informationen, wie sie im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnung angestrebt wird, vermutlich einem Satellitensystem Umwelt zu den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen überlegen.

## 4 Ableitung von Öko-Margen als Indikatoren für die Beurteilung von Umweltzielen

Aus der Definition der Nachhaltigkeit von Anne Harrison läßt sich relativ einfach ableiten, daß die Veränderung des Kapitalstocks (hier in einem sehr weiten Sinn auch als Zustand im Immissionsbereich und für sonstige Nutzungen interpretiert) vom Beginn zum Ende einer Berichtsperiode dem Saldo aus Entnahmen und „Hinzufügungen“ entspricht. Dieser Saldo wird als Öko-Marge bezeichnet. Wie die folgende Übersicht (siehe S. 80) veranschaulicht, ergeben sich für die Felder Rohstoffverbrauch, Emissionen, Immissionen und Nutzungen jeweils gesonderte Öko-Margen.

Öko-Margen lassen sich in absoluten monetären beziehungsweise physikalischen Größen als Differenz zwischen Anfangs- und Endzustand oder als Saldo zwischen Belastungs- und Entlastungsvorgängen ausdrücken. (Auf die äußerst schwierigen Probleme der monetären Bewertung wird hier nicht eingegangen). Eine Öko-Marge von Null bedeutet dann, daß sich der Umweltzustand (per saldo) gegenüber dem Beginn der Berichtsperiode nicht geändert hat. Wenn Anfangs- und Endzustände bekannt sind, können auch Nachhaltigkeitsfaktoren („Sustainability Factors“) gebildet werden, indem Daten für den Endzustand durch entsprechende Daten für den Anfangszustand dividiert werden. Ein Faktor von 1 bedeutet dann, daß sich per saldo der Umweltzustand nicht geändert hat. Nachhaltigkeitsfaktoren haben den Vorteil, daß sie in einfacher Weise auf physikalische Größen anzuwenden sind, bei denen eine Differenzrechnung nicht viel aussagt (z.B. Zahl der Biotope am Ende und am Anfang der Berichtsperiode). Genauso interessant wie die Öko-Marge in absoluten Größen und der Nachhaltigkeitsfaktor sind im übrigen die prozentualen Veränderungen der beiden Größen gegenüber der Vorperiode.

Im Grundprogramm der Umweltökonomischen Gesamtrechnung sind monetäre Bewertungen (zunächst) nur für den Rohstoffabbau und -verbrauch sowie für Immissionen und Emissionen vorgesehen. Die Bewertung von Nutzungen der Umwelt als „Standort“ ist schwierig und wird ausgeklammert. Das bedeutet, daß sich aus der Umweltökonomischen Gesamtrechnung monetäre Angaben für Öko-Margen der drei genannten Umweltfelder entnehmen lassen. Eine in DM ausgedrückte Öko-Marge für den Umweltbereich Nutzungen dagegen fehlt, es gibt hier aber eine Vielzahl von Einzelmargen in physikalischen Größen. Deshalb und auch wegen der unterschiedlichen Bewertungsansätze mit Preisen und Kosten wird davon abgesehen, eine Gesamtumwelt-Marge zu bilden.

Gesamtwirtschaftliche Öko-Margen

Umweltfelder Bestandsgrößen, Veränderungen	Rohstoffverbrauch	Immissionen	Emissionen	Nutzungen
Lage am Beginn der Berichtsperiode - Öko-Marge Belastungsvorgänge abzüglich: Entlastungsvorgänge	Anfangsbestand  Abbau/Verbrauch  Regeneration, Forschungsaufwendungen für Substitution und Schonung der Ressourcen	Immissionszustand  Deposition  Regeneration, Sanierungsaufwendungen	Emissionsanfall (evtl. Entsorgung)  Aufwendungen zur Entsorgung (nachrichtlich auch: Aufwendungen zur Emissionsminderung)	Nutzungszustand  Belastungen (Nutzungsänderungen und -verluste)  Regeneration, Sanierungen, Nutzungsverbesserungen
= Lage am Ende der Berichtsperiode	Endbestand	Immissionszustand		Nutzungszustand
Bewertung in DM im Rahmen der UGR	Öko-Marge zu Marktpreisen/Einfuhrpreisen. Bewertung von Beständen nur, soweit Informationen vorhanden	Bewertung der Immissionen bzw. Öko-Marge zu Reproduktionskosten	Bewertung der Emissionen zu Schadensvermeidungskosten	keine Bewertung vorgehen



# Anhang

## Tabellenvorschläge für zehn Bausteine

Verzeichnis der Bausteine

Bausteine:

- 1 Rohstoffverbrauch
- 2 Emissionsmodell
- 3 Verbleib und Entsorgung von Emissionen
- 4 Sonstige Nutzungen
- 5 Immissionen
- 6 Extrembelastungen
- 7 Störfaktorenkalender
- 8 Maßnahmen für den Umweltschutz
- 9 Expertenmodell I
- 10 Expertenmodell II

Zusammenfassende Tabellen

Die einzelnen Bausteinbeschreibungen sind wie folgt gegliedert:

- Inhaltliche Beschreibung
- Übersicht über das Tabellenprogramm
- Klassifikationen
- Beziehungen zu anderen Bausteinen
- Tabellenprogramm

### Baustein 1: Rohstoffverbrauch

Inhaltliche Beschreibung

Im Baustein 1: Rohstoffverbrauch wird dargestellt, welche Mengen einzelner Ressourcen je Berichtsjahr für wirtschaftliche Zwecke im Inland entnommen werden (Territorialprinzip, Tabellen 1 und 5) und welche Mengen im Inland verbraucht werden (Verbrauchsprinzip, Tabellen 4 und 10).

Der Inlandsverbrauch wird errechnet durch den um die Einfuhren (Tabellen 2 und 8) ergänzten und die Ausfuhren (Tabellen 3 und 9) verminderten Ressourcenabbau. Wegen der Erfassungsschwierigkeiten von in verarbeiteter Form importierten und exportierten Rohstoffen, beschränkt sich die Darstellung auf die Erfassung unverarbeiteter Ressourcen.

Bei den biotischen Ressourcen ist die Beachtung des Nachhaltigkeitsprinzips wichtig (Entnahme von Ressourcen nur in dem Umfang, wie diese nachwachsen). Dabei sind in einigen Bereichen auch internationale Gesichtspunkte bedeutsam (z.B. Bestand an Meerestieren in den einzelnen Meeren, Fischfang, Überfischung, Ressourcenschonung durch Fischzucht). Sie werden jedoch in diesem ersten Stadium der Berechnungen zunächst zurückgestellt. Zur Bestimmung des Ressourcenbestandes im Inland ist bei den biotischen Rohstoffen auch die Ressourcenzunahme berücksichtigt (Tabellen 6 und 7).

Da sowohl die abiotischen als auch die biotischen Rohstoffe in der Regel Marktpreise haben, ist die Bewertung relativ einfach, solange die Entnahme von Elementargütern (wie Sauerstoff aus der Luft, Wasser für Kühlzwecke u.ä.) außer Betracht bleibt.

Der Nachweis der Werte erfolgt in Preisen des jeweiligen Berichtsjahres und in Preisen von 1980.

Die Summen zeigen den Wert der in den einzelnen Berichtsperioden entnommenen und verbrauchten biotischen und abiotischen Rohstoffe sowie die Veränderung des Bestandes an biotischen Rohstoffen.

Unter der Forderung, die Umwelt nachfolgenden Generationen möglichst intakt zu hinterlassen, ist der Verzehr nichterneuerbarer Ressourcen sehr schwerwiegend. Andererseits werden durch den technischen Fortschritt und Preisveränderungen auf den Gütermärkten neue technische Verfahren und die Substitution von Ressourcen wirtschaftlich. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, daß knapp und teuer werdende Rohstoffe völlig oder zumindest teilweise durch andere ersetzt oder daß die knappen Vorräte durch Einsparungen und Recycling gestreckt werden. Deshalb werden die Kosten der Maßnahmen zur Ausweitung der Ressourcenmenge, zur besseren Nutzung und zum Einsatz einzelner Stoffe (wie z.B. Probebohrungen nach neuen Erdölvorkommen, Entwicklung von Produktionsverfahren mit günstigerem spezifischen Rohstoff- und Energieverbrauch, Grundlagenforschung im Substitutionsbereich) bei der Entnahme von Ressourcen gegengerechnet.

Tabelle 11 stellt diese Aufwendungen zum Ausgleich für entnommene Ressourcen zusammen. Die Summe der Aufwendungen taucht als Ausgleichsposten in Tabelle 12 auf.

Die Datengrundlagen sind als vergleichsweise gut zu bezeichnen.

### Übersicht über das Tabellenprogramm

- Tabelle 1: Abbau abiotischer Rohstoffe im Inland
- Tabelle 2: Einfuhr abiotischer Rohstoffe
- Tabelle 3: Ausfuhr abiotischer Rohstoffe
- Tabelle 4: Inländischer Verbrauch abiotischer Rohstoffe
- Tabelle 5: Abbau biotischer Rohstoffe im Inland
- Tabelle 6: Zunahme biotischer Rohstoffe im Inland
- Tabelle 7: Veränderung des Bestandes an biotischen Rohstoffen im Inland
- Tabelle 8: Einfuhr biotischer Rohstoffe
- Tabelle 9: Ausfuhr biotischer Rohstoffe
- Tabelle 10: Inländischer Verbrauch biotischer Rohstoffe
- Tabelle 11: Aufwendungen zum Ausgleich der Entnahme von Ressourcen
- Tabelle 12: Inanspruchnahme inländischer Ressourcen

### Klassifikationen

- Klassifikation 2: Abiotische und biotische Rohstoffe
- Klassifikation 11: Forschung und Maßnahmen für den Umweltschutz
- Klassifikation 16: Regionale Gliederungen

Beziehungen zu anderen Bausteinen:

- Baustein 5: Immissionen
  - Tabelle 8: Immissions-Indizes (1980 = 100)

## Zusammenfassende Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse der Bausteine 1 bis 10

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Emissionen und Immissionsveränderungen für ausgewählte Umweltbelastungen 19..

### Tabelle 1: Abbau abiotischer Rohstoffe im Inland

Tabelle 1.1: Mengen

Tabelle 1.2: Preise je Einheit

Tabelle 1.3: Werte, in jeweiligen Preisen

Tabelle 1.4: Werte, in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 2					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 1.3 und 1.4.

### Tabelle 2: Einfuhr abiotischer Rohstoffe

Tabelle 2.1: Mengen

Tabelle 2.2: Preise je Einheit

Tabelle 2.3: Werte, in jeweiligen Preisen

Tabelle 2.4: Werte, in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 2					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 2.3 und 2.4.

**Tabelle 3: Ausfuhr abiotischer Rohstoffe**

Tabelle 3.1: Mengen

Tabelle 3.2: Preise je Einheit

Tabelle 3.3: Werte, in jeweiligen Preisen

Tabelle 3.4: Werte, in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 2					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 3.3 und 3.4.

**Tabelle 4: Inländischer Verbrauch abiotischer Rohstoffe**

Tabelle 4.1: Mengen

Tabelle 4.2: Werte, in jeweiligen Preisen

Tabelle 4.3: Werte, in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 2					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 4.2 und 4.3.

**Tabelle 5: Abbau biotischer Rohstoffe im Inland**

Tabelle 5.1: Mengen

Tabelle 5.2: Preise je Einheit

Tabelle 5.3: Werte, in jeweiligen Preisen

Tabelle 5.4: Werte, in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 2					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabelle 5.3 und 5.4.

**Tabelle 6: Zunahme biotischer Rohstoffe im Inland**

Tabelle 6.1: Mengen

Tabelle 6.2: Werte, in jeweiligen Preisen

Tabelle 6.3: Werte, in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 2					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 6.2 und 6.3.

**Tabelle 7: Veränderungen des Bestandes an biotischen Rohstoffen im Inland**

Tabelle 7.1: Mengen

Tabelle 7.2: Werte, in jeweiligen Preisen

Tabelle 7.3: Werte, in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 2					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 7.2 und 7.3.

**Tabelle 8: Einfuhr biotischer Rohstoffe**

Tabelle 8.1: Mengen

Tabelle 8.2: Preise je Einheit

Tabelle 8.3: Werte, in jeweiligen Preisen

Tabelle 8.4: Werte, in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 2					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 8.3 und 8.4

**Tabelle 9: Ausfuhr biotischer Rohstoffe**

Tabelle 9.1: Mengen

Tabelle 9.2: Preise je Einheit

Tabelle 9.3: Werte, in jeweiligen Preisen

Tabelle 9.4: Werte, in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 2					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 9.3 und 9.4.

**Tabelle 10: Inländischer Verbrauch biotischer Rohstoffe**

Tabelle 10.1: Mengen

Tabelle 10.2: Werte, in jeweiligen Preisen

Tabelle 10.3: Werte, in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 2					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 10.2 und 10.3.

**Tabelle 11: Aufwendungen zum Ausgleich der Entnahme von Ressourcen  
(Werte, in jeweiligen Preisen)**

Forschung und Maßnahmen für den Umweltschutz	1978	1979	...	19..
Klassifikation 11				
Summe				

**Tabelle 12: Inanspruchnahme inländischer Ressourcen**

Tabelle 12.1: Werte, in jeweiligen Preisen

Tabelle 12.2: Werte, in Preisen von 1980

nachrichtlich: Inländischer Verbrauch von Ressourcen

Rohstoffe	1978	1979	...	19..
Klassifikation 2				
Summe				



## Baustein 2: Emissionsmodell

### Inhaltliche Beschreibung

Im Baustein 2: Emissionsmodell wird die Emission von Schadstoffen insbesondere bei der Herstellung von Gütern, der Erbringung von Dienstleistungen, bei Transportvorgängen und beim Konsum sowie der Verbrauch abiotischer und biotischer Rohstoffe im Zuge der einzelnen Produktionsprozesse und anderen Aktivitäten dargestellt. Emissionen, die nicht bei der Herstellung, sondern beim Konsum von Verbrauchsgütern entstehen, werden in sektoraler Abgrenzung den privaten Haushalten zugeordnet. Bei den gewünschten Angaben handelt es sich (meist) nicht um Meßergebnisse oder Angaben aus Statistiken, sondern um Angaben aus Modellrechnungen („Emissionsfaktoren“ und ähnliches). In diese Modellrechnungen fließen u.a. Spezialkenntnisse über Verfahrenstechnik bei Herstellungsprozessen, über Kapazitätsauslastung, Emissionsminderungstechnik und anderes ein. Verschiedene bedeutsame Emissionen können modellmäßig aus Prozessen von Energieerzeugung, -umwandlung und -verbrauch abgeleitet werden. Andere Emissionen (z.B. Lösemittel) können in meist komplizierten Berechnungen auch über den „Chemismus“ von Produkten abgeschätzt werden.

In den Tabellen 1 und 2 werden der Verbrauch biotischer und abiotischer Rohstoffe nachgewiesen, in den Tabellen 3 bis 9 die Bodenbelastungen sowie Emissionen in Wasser und Luft, Strahlungen, Lärmemissionen, Erschütterungen und sonstige Emissionen, soweit sie bei den genannten Wirtschaftsprozessen anfallen. In einem nächsten Schritt können diese Emissionen auch den einzelnen Wirtschaftszweigen zugeordnet werden, in denen sich diese Prozesse abspielen.<sup>1)</sup> Das Emissionsmodell ist auch im Zusammenhang mit den sogenannten „Umweltbilanzierungen“ zu sehen, wie sie z.B. für einzelne Schadstoffe, für Abfälle, für Ressourcen oder Bestandteile des Naturvermögens erstellt werden. Hier stehen jedoch zum Teil andere Auswertungsgesichtspunkte im Vordergrund.

Die Emissionen werden modelltypisch durch Multiplikation der durchschnittlichen Emissionen eines Schadstoffes pro Outputeinheit mit der entsprechenden Produktionsmenge/Wirtschafts- oder Konsumleistung in einer bestimmten Periode berechnet. Ebenso wird bei der Berechnung des Rohstoffverbrauchs verfahren. (Es wird hier also nicht der gesamte Input eines Produktionsprozesses dargestellt. Das bleibt späteren Input-Output-Tabellen vorbehalten).

Bewertet werden die Emissionen, soweit möglich und sinnvoll, zu Schadensvermeidungskosten und der Rohstoffverbrauch mit den Rohstoffpreisen entsprechend Baustein 1: Rohstoffverbrauch. Vgl. hierzu die dort gemachten methodischen Anmerkungen.

Eine übersichtliche Zusammenstellung der Ergebnisse der Tabellen 1 bis 9 enthalten die Tabellen 10 und 11.

Die Datengrundlagen für das Emissionsmodell sind als sehr lückenhaft zu bezeichnen.

---

1) Vgl. hierzu auch die Empfehlungen des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen im Umweltgutachten 1987, S. 91 ff., Stuttgart/Mainz.

## Übersicht über das Tabellenprogramm

- Tabelle 1: Verbrauch abiotischer Rohstoffe
- Tabelle 2: Verbrauch biotischer Rohstoffe
- Tabelle 3: Bodenbelastung
- Tabelle 4: Emissionen in Wasser
- Tabelle 5: Emissionen in Luft
- Tabelle 6: Strahlung durch Güterproduktion
- Tabelle 7: Lärmemissionen
- Tabelle 8: Erschütterungen
- Tabelle 9: Sonstige Emissionen
- Tabelle 10: Rohstoffverbrauch und Emissionen 19..
- Tabelle 11: Rohstoffverbrauch und Emissionen insgesamt

## Klassifikationen

- Klassifikation 2: Abiotische und biotische Rohstoffe
- Klassifikation 3: Bodenbelastungen
- Klassifikation 4: Wasserbelastungen
- Klassifikation 5: Luftbelastungen
- Klassifikation 6: Strahlungsbelastungen
- Klassifikation 7: Lärmbelastungen und Erschütterungen
- Klassifikation 8: Sonstige Belastungen
- Klassifikation 9: Abfall
- Klassifikation 14: Güter (Aktivitäten)
- Klassifikation 16: Regionale Gliederungen

## Beziehungen zu anderen Bausteinen:

- Baustein 3: Verbleib und Entsorgung von Emissionen
  - Tabelle 2: Umweltbelastungen und Verbleib von Schadstoffen/Abfall nach der Güterproduktion
- Baustein 5: Immissionen
  - Tabelle 8: Immissions-Indizes (Gewichte für Indizes)

## Zusammenfassende Tabellen

- Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse der Bausteine 1 bis 10
- Tabelle 2: Gegenüberstellung der Emissionen und Immissionsveränderungen für ausgewählte Umweltbelastungen 19..

**Tabelle 1: Verbrauch abiotischer Rohstoffe**

Tabelle 1.1: Verbrauch je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19..

Tabelle 1.2: Verbrauch 19..

Tabelle 1.3: Verbrauch je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19..

bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise Reproduktionskosten)

Tabelle 1.4: Verbrauch 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Preisen

Tabelle 1.5: Verbrauch 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maß- ein- heit	Güter		Summe
		Klassifikation 14		
		Produzierte bzw. verbrauchte Menge <sup>1)</sup>		
Klassifikation 2				
Summe <sup>2)</sup>				

1) Nur Tabelle 1.2.

2) Nur Tabellen 1.4 und 1.5.

**Tabelle 1: Verbrauch abiotischer Rohstoffe**

Tabelle 1.6: Verbrauch

Tabelle 1.7: Verbrauch bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Preisen

Tabelle 1.8: Verbrauch bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 2					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 1.7 und 1.8.

**Tabelle 2: Verbrauch biotischer Rohstoffe**

Tabelle 2.1: Verbrauch je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19..

Tabelle 2.2: Verbrauch 19..

Tabelle 2.3: Verbrauch je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten)

Tabelle 2.4: Verbrauch 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Preisen

Tabelle 2.5: Verbrauch 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maßeinheit	Güter		Summe
		Klassifikation 14		
		Produzierte bzw. verbrauchte Menge <sup>1)</sup>		
Klassifikation 2				
Summe <sup>2)</sup>				

1) Nur Tabelle 2.2.

2) Nur Tabellen 2.4 und 2.5.

**Tabelle 2: Verbrauch biotischer Rohstoffe**

Tabelle 2.6: Verbrauch

Tabelle 2.7: Verbrauch bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Preisen

Tabelle 2.8: Verbrauch bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Preisen von 1980

Rohstoffe	Maßeinheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 2					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 2.7 und 2.8.

**Tabelle 3: Bodenbelastung**

Tabelle 3.1: Belastung je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19..

Tabelle 3.2: Belastung 19..

Tabelle 3.3: Belastung je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten)

Tabelle 3.4: Belastung 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 3.5: Belastung 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maßeinheit	Güter		Summe
		Klassifikation 14		
		Produzierte bzw. verbrauchte Menge <sup>1)</sup>		
Klassifikationen 3,9				
Summe <sup>2)</sup>				

1) Nur Tabelle 3.2.

2) Nur Tabellen 3.4 und 3.5.

**Tabelle 3: Bodenbelastung**

Tabelle 3.6: Belastung

Tabelle 3.7: Belastung bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 3.8: Belastung bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maßeinheit	1978	1979	...	19..
Klassifikationen 3,9					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 3.7 und 3.8.

**Tabelle 4: Emissionen in Wasser**

Tabelle 4.1: Emissionen je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19..

Tabelle 4.2: Emissionen 19..

Tabelle 4.3: Emissionen je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten)

Tabelle 4.4: Emissionen 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 4.5: Emissionen 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maß- ein- heit	Güter		Summe
		Klassifikation 14		
		Produzierte bzw. verbrauchte Menge <sup>1)</sup>		
Klassifikation 4				
Summe <sup>2)</sup>				

1) Nur Tabelle 4.2.

2) Nur Tabellen 4.4 und 4.5.

**Tabelle 4: Emissionen in Wasser**

Tabelle 4.6: Emissionen

Tabelle 4.7: Emissionen bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 4.8: Emissionen bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 4					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 4.7 und 4.8.

Tabelle 5: Emissionen in Luft

Tabelle 5.1: Emissionen je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19..

Tabelle 5.2: Emissionen 19..

Tabelle 5.3: Emissionen je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten)

Tabelle 5.4: Emissionen 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 5.5: Emissionen 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maß- ein- heit	Güter		Summe
		Klassifikation 14		
		Produzierte bzw. verbrauchte Menge <sup>1)</sup>		
Klassifikation 5				
Summe <sup>2)</sup>				

1) Nur Tabelle 5.2.

2) Nur Tabellen 5.4 und 5.5.

Tabelle 5: Emissionen in Luft

Tabelle 5.6: Emissionen

Tabelle 5.7: Emissionen bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 5.8: Emissionen bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maß- ein- heit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 5					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 5.7 und 5.8.

**Tabelle 6: Strahlungen**

Tabelle 6.1: Emissionen je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19..

Tabelle 6.2: Emissionen 19..

Tabelle 6.3: Emissionen je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten)

Tabelle 6.4: Emissionen 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 6.5: Emissionen 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maßeinheit	Güter		Summe
		Klassifikation 14		
		Produzierte bzw. verbrauchte Menge <sup>1)</sup>		
Klassifikation 6				
Summe <sup>2)</sup>				

1) Nur Tabelle 6.2.

2) Nur Tabellen 6.4 und 6.5.

**Tabelle 6: Strahlungen**

Tabelle 6.6: Emissionen

Tabelle 6.7: Emissionen bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 6.8: Emissionen bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maßeinheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 6					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 6.7 und 6.8.



**Tabelle 7: Lärmemissionen**

Tabelle 7.1: Emissionen je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19..

Tabelle 7.2: Emissionen 19..

Tabelle 7.3: Emissionen je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten)

Tabelle 7.4: Emissionen 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 7.5: Emissionen 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maßeinheit	Güter		Summe
		Klassifikation 14		
		Produzierte bzw. verbrauchte Menge <sup>1)</sup>		
Klassifikation 7				
Summe <sup>2)</sup>				

1) Nur Tabelle 7.2.

2) Nur Tabellen 7.4 und 7.5.

**Tabelle 7: Lärmemissionen**

Tabelle 7.6: Emissionen

Tabelle 7.7: Emissionen bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 7.8: Emissionen bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maßeinheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 7					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 7.7 und 7.8.

**Tabelle 8: Erschütterungen**

Tabelle 8.1: Emissionen je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19..

Tabelle 8.2: Emissionen 19..

Tabelle 8.3: Emissionen je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten)

Tabelle 8.4: Emissionen 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 8.5: Emissionen 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maß- ein- heit	Güter		Summe
		Klassifikation 14		
		Produzierte bzw. verbrauchte Menge <sup>1)</sup>		
Klassifikation 7				
Summe <sup>2)</sup>				

1) Nur Tabelle 8.2.

2) Nur Tabellen 8.4 und 8.5.

**Tabelle 8: Erschütterungen**

**Tabelle 8.6: Emissionen**

Tabelle 8.7: Emissionen bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 8.8: Emissionen bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maß- ein- heit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 7					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 8.7 und 8.8.

**Tabelle 9: Sonstige Emissionen**

Tabelle 9.1: Emissionen je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19..

Tabelle 9.2: Emissionen 19..

Tabelle 9.3: Emissionen je Einheit wirtschaftlicher Tätigkeit 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten)

Tabelle 9.4: Emissionen 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 9.5: Emissionen 19.. bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maß- ein- heit	Güter		Summe
		Klassifikation 14		
		Produzierte bzw. verbrauchte Menge <sup>1)</sup>		
Klassifikation 8				
Summe <sup>2)</sup>				

1) Nur Tabelle 9.2.

2) Nur Tabellen 9.4 und 9.5.

**Tabelle 9: Sonstige Emissionen**

Tabelle 9.6: Emissionen

Tabelle 9.7: Emissionen bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in jeweiligen Kosten

Tabelle 9.8: Emissionen bewertet zu Schadensvermeidungskosten (ersatzweise zu Reproduktionskosten), in Kosten von 1980

Emissionen	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 8					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 9.7 und 9.8.

**Tabelle 10: Rohstoffverbrauch und Emissionen 19..**

Tabelle 10.1: Bewertet zu jeweiligen Kosten

Tabelle 10.2: Bewertet zu Kosten von 1980

Rohstoff- verbrauch Emissionen	Maß- einheit	Güter	Summe
		Klassifikation 15	
Abiotische Rohstoffe	Mill. DM		
	%		
Biotische Rohstoffe	Mill. DM		
	%		
Bodenbelastung	Mill. DM		
	%		
Emissionen in Wasser	Mill. DM		
	%		
Emissionen in Luft	Mill. DM		
	%		
Strahlung	Mill. DM		
	%		
Lärm	Mill. DM		
	%		
Erschütterungen	Mill. DM		
	%		
Sonstige Emissionen	Mill. DM		
	%		
Summe	Mill. DM		
	%		

**Tabelle 11: Rohstoffverbrauch und Emissionen insgesamt**

Tabelle 11.1: Bewertet zu jeweiligen Kosten

Tabelle 11.2: Bewertet zu Kosten des Jahres 1980

Güter	Maß- einheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 14					

## Baustein 3: Verbleib und Entsorgung von Emissionen

### Inhaltliche Beschreibung

Im Baustein 3: Verbleib und Entsorgung von Emissionen wird dargestellt, was mit den einzelnen Emissionen/Schadstoffen (Klassifikationen 3 bis 8) und dem Abfallaufkommen (Klassifikation 9) nach der Güterproduktion oder Verbrauchsvorgängen geschieht, d.h. wo die Emissionen verbleiben und wie sie gegebenenfalls entsorgt werden.

Es wird also der Verbleib möglichst für jede Position der Klassifikationen 3 bis 9 nachgewiesen, d.h. jede Abfall- und jede Emissionsart wird zugeordnet nach Gütern (genauer: nach Gütern, die aufgrund eines bestimmten Produktionsprozesses mit einem spezifischen Schadstoffausstoß verbunden hergestellt wurden oder deren Konsum zu Emissionen führte) bzw. Aktivitäten (Tabelle 1). Dabei wird davon ausgegangen, daß in einzelnen Fällen die Emissionen keiner Entsorgungsart zugeordnet werden können und eine Zuordnung nicht sinnvoll oder ihr Verbleib nicht bekannt ist. In manchen Fällen können jedoch auf höher aggregierter Ebene Angaben bereitgestellt werden. Möglicherweise liegen auch generelle Wissenslücken und gegebenenfalls Forschungsdefizite vor.

Die Gesamtmengen der einzelnen Emissionen eines Berichtsjahres, d.h. für jede Emission/jeden Schadstoff die Summe aller bei der Güterproduktion angefallenen Belastungen, werden - vom Modellansatz zu fiktiven Schadensvermeidungskosten bzw. ersatzweise zu Reproduktionskosten bewertet - dem Ort des Verbleibs bzw. der Art der Entsorgung zugeordnet (Tabelle 2). Entsprechend werden die Entsorgungskosten für die Bewertung des Abfallaufkommens herangezogen, wiederum zugeordnet den verschiedenen Entsorgungsarten. In diesem Zusammenhang wird auf die methodischen Hinweise in Baustein 5: Immissionen verwiesen.

Für jede Position der Klassifikation Verbleib und Entsorgung von Schadstoffen werden in einer Tabelle 3 die Umweltbelastungen (Emissionen/Schadstoffe und Abfallmengen) als Zeitreihen dargestellt, sowohl mengenmäßig als auch, wenn möglich und sinnvoll, bewertet in DM. Die Summen zeigen den Wert der in den einzelnen Berichtsperioden entstandenen Umweltbelastungen für die einzelnen Arten des primären Verbleibs und der Entsorgung von Emissionen. Soweit durch ungeeignete Entsorgung ein Stofftransport von Schadstoffen stattfindet, wird dieser implizit bei den Immissionsbelastungen der einzelnen Medien nachgewiesen (vgl. auch Baustein 5: Immissionen).

Die Datengrundlagen über Baustein 3: Verbleib und Entsorgung von Emissionen sind als sehr lückenhaft zu bezeichnen.

### Übersicht über das Tabellenprogramm

Tabelle 1: Verbleib von Schadstoffen/Abfall nach der Güterproduktion 19..

Tabelle 2: Umweltbelastungen und Verbleib von Schadstoffen/Abfall nach der Güterproduktion 19..

Tabelle 3: Umweltbelastungen und Verbleib nach der Güterproduktion

## Klassifikationen

- Klassifikation 3: Bodenbelastungen
- Klassifikation 4: Wasserbelastungen
- Klassifikation 5: Luftbelastungen
- Klassifikation 6: Strahlungsbelastungen
- Klassifikation 7: Lärmbelastungen und Erschütterungen
- Klassifikation 8: Sonstige Belastungen
- Klassifikation 9: Abfall
- Klassifikation 10: Verbleib und Entsorgung von Schadstoffen
- Klassifikation 14: Güter (Aktivitäten)
- Klassifikation 16: Regionale Gliederungen

Beziehungen zu anderen Bausteinen:

- Baustein 2: Emissionsmodell
  - Emissionen und fiktive Schadensvermeidungskosten (ersatzweise Reproduktionskosten)

Zusammenfassende Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse der Bausteine 1 bis 10

Tabelle 1: Verbleib von Schadstoffen/Abfall nach der Güterproduktion 19..

Tabelle 1.1: (für jede Position der Klassifikationen 3 bis 9 eine Tabelle)

·  
·  
·

Tabelle 1.x :

Güter	Verbleib/Entsorgung	
	Nicht einzuordnen	Klassifikation 10
Klassifikation 14		
Summe		

**Tabelle 2: Umweltbelastungen und Verbleib von Schadstoffen/Abfall nach der Güterproduktion von 19..**

Tabelle 2.1: Mengen

Tabelle 2.2: Bewertet zu Schadensvermeidungskosten, ersatzweise zu Reproduktionskosten (zu jeweiligen Kosten)

Tabelle 2.3: Bewertet zu Schadensvermeidungskosten, ersatzweise zu Reproduktionskosten (zu Kosten von 1980)

Umweltbelastungen	Gesamt-mengen	Verbleib/Entsorgung	
		nicht einzu-ordnen	Klassifikation 10
Klassifikation 3 bis 9			
Summe <sup>1)</sup>			

1) Nur Tabellen 2.2 und 2.3.

**Tabelle 3: Umweltbelastungen und Verbleib nach der Güterproduktion**

Tabelle 3.1: Mengen

Tabelle 3.1.1: (für jede Position der Klassifikation 10 eine Tabelle)

Tabelle 3.1.x:

Tabelle 3.2: Bewertet zu Schadensvermeidungskosten, ersatzweise zu Reproduktionskosten (zu jeweiligen Kosten)

Tabelle 3.2.1: (für jede Position der Klassifikation 10 eine Tabelle)

Tabelle 3.2.x:

Tabelle 3.3: Bewertet zu Schadensvermeidungskosten, ersatzweise zu Reproduktionskosten (zu Kosten von 1980)

Tabelle 3.3.1: (für jede Position der Klassifikation 10 eine Tabelle)

Tabelle 3.3.x:

Umweltbelastungen	1978	1979	1980	...	19..
Klassifikationen 3 bis 9					
Summe <sup>1)</sup>					

1) Nur Tabellen 3.2 und 3.3.



## Baustein 4: Sonstige Nutzungen

### Inhaltliche Beschreibung

Im Baustein 4: Sonstige Nutzungen werden diejenigen Nutzungen der Umwelt dargestellt, die nicht bereits an anderer Stelle der Umweltökonomischen Gesamtrechnung, insbesondere in den Bausteinen 1: Rohstoffverbrauch, 2: Emissionsmodell, 3: Verbleib und Entsorgung von Emissionen und 5: Immissionen erfaßt sind.

Ausgehend von einer funktionellen Betrachtung der Umwelt handelt es sich hier in erster Linie um solche Nutzungen, die zwar Ansprüche an alle Umweltfunktionen stellen und somit zu Beeinträchtigungen führen (können), die jedoch nicht durch den Eintrag von Schadstoffen bzw. Belastungen hervorgerufen werden oder mit der Entnahme von Rohstoffen an sich beschrieben werden können.

Hinsichtlich ihrer Auswahl und Abgrenzung wird deshalb vorgeschlagen, im Baustein 4 nur Nutzungen der Umwelt als „Standort“ (im weitesten Sinn) für menschliche Aktivitäten (insbesondere Gewinnung von Ressourcen, Produktion im sekundären und tertiären Bereich, Verbrauch und ähnliche Aktivitäten) aufzunehmen, wenn eines oder mehrere der folgenden Kriterien betroffen ist:

- Knappheiten oder Kapazitätsgrenzen im Umweltbereich,
- konkurrierende Nutzungsmöglichkeiten,
- Nutzungen der Umwelt, die mit Eingriffen in die Regelungsfunktionen der Umwelt verbunden sind und
- Nutzungen, die mit Eingriffen positiver oder negativer Art in die räumliche Umwelt verbunden sind.

Beispiele dafür sind eine mit der Flächen- bzw. Standortnutzung verbundene Versiegelung und Zerschneidung der Landschaft, Bodenverdichtungen und Erosionen, wie sie im Zuge landwirtschaftlicher Nutzung auftreten können, oder Landschaftsumgestaltungen infolge von Ressourcenabbau mit den jeweiligen Auswirkungen auf Wasserhaushalt, Bodenfruchtbarkeit, Selbstreinigungsvermögen, Artenvielfalt und andere Merkmale einer funktionserfüllenden Umwelt sowie Eingriffe, die Veränderungen ganzer Ökosysteme nach sich ziehen.

Diese Abgrenzung des Darstellungsbereiches im Baustein 4 gilt sowohl im Hinblick auf eine weitgehend unangetastete Natur als auch insbesondere vor dem Hintergrund der vorzufindenden und vom Menschen für seine Bedürfnisse abgeänderten bzw. überformten Umwelt. Auch dort muß die Erfüllung von Umweltfunktionen gewährleistet bleiben; Belastungen durch menschliche Aktivitäten haben hier jedoch oft einschneidende Folgen.<sup>1)</sup>

Aus diesem Grunde sollen hier nicht nur Nutzungen mit direkt zuordenbaren Umweltbeeinträchtigungen Berücksichtigung finden (z.B. übermäßige Trinkwassergewinnung führt in den Entnahmegebieten zur Grundwasserabsenkung), sondern auch Nutzungen, die aufgrund menschlicher Inanspruchnahme und Veränderungen indirekt Umweltbelastungen hervorrufen und im allgemeinen zu internen Störungen der ansonsten auch in einer überformten Umwelt notwendigen Regelmechanismen führen (z.B. infolge fehlenden Raubwildes und unsachgemäßer Bejagung entstehen vermehrt Waldschäden und Wildverbiß). Mit steigendem Hemerobiegrad - d.h. mit zunehmender Entfernung von einem naturnahen in

---

1) Vgl. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Umweltgutachten 1987, S. 124 und S. 125, Stuttgart/Mainz.

Richtung auf einen naturfernen Zustand der Umwelt - ist mit einer höheren Empfindlichkeit der Naturabläufe gegenüber Störungen zu rechnen und die Bedeutung indirekter Folgewirkungen von Eingriffen nimmt deshalb zu.

Im allgemeinen wird es nur möglich sein, die sonstigen Nutzungen quantitativ zu umschreiben. Dagegen lassen sich die Folgen der Umweltnutzungen nur in Ausnahmefällen darstellen (z.B. Rote Listen, Anzahl von Biotopen nach Art und qualitativer Zusammensetzung der Fauna und Flora, Größe von Naturschutzgebieten bzw. Größenverhältnis zu anderen Flächen, Art und Anzahl größerer - nicht zerschnittener Flächen, Gliederung der Gesamtfläche nach dem Hemerobiegrad usw.). Von einer Bewertung wird deshalb im Baustein 4 zunächst abgesehen, zumal die erforderliche Kenntnis der naturwissenschaftlichen Zusammenhänge zum gegenwärtigen Zeitpunkt für eine Beurteilung in den meisten Fällen bei weitem noch nicht ausreicht oder genügend gesichert ist.

Die Datengrundlage ist als stark lückenhaft zu bezeichnen bzw. in weiten Teilen nicht vorhanden.

### Übersicht über das Tabellenprogramm

- Tabelle 1: Sonstige Nutzungen der Umwelt - Bestand -
- Tabelle 2: Sonstige Nutzungen der Umwelt - Veränderungen -

### Klassifikationen

Klassifikation 1: Nutzungen der Umwelt

Beziehungen zu anderen Bausteinen:

Zusammenfassende Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse der Bausteine 1 bis 10

**Tabelle 1: Sonstige Nutzungen der Umwelt -Bestand-**

Indikatoren	Maßeinheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 1					

**Tabelle 2: Sonstige Nutzungen der Umwelt  
Veränderungen absolut**

Indikatoren	Maßeinheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 1					

Tabelle 2: Sonstige Nutzungen der Umwelt  
Veränderungen in %

Indikatoren	Maßeinheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 1					

## Baustein 5: Immissionen

### Inhaltliche Beschreibung

Im Baustein 5: Immissionen werden aus vorhandenen oder noch zu implementierenden Meßdaten die Schadstoffbelastung des Bodens, des Wassers und der Luft sowie Belastungen der Umwelt durch Strahlung, Lärm, Erschütterungen usw. bewertet. Die Meßdaten werden als Stichprobe für die betroffene Region interpretiert. Sie sind auf ihre Verallgemeinerungsfähigkeit (Repräsentativität z.B. für städtische, ländliche Regionen o.ä.) hin zu bearbeiten.

Die jährlichen durchschnittlichen Belastungswerte (Tabellen 1.1 bis 7.1) sind Ausgangspunkt für die Berechnung der mengenmäßigen Zunahme oder Abnahme eines bestimmten Schadstoffes/einer bestimmten Belastung in einer Berichtsperiode (Tabellen 1.2 bis 7.2). Es ist zur Zeit nicht sicher, ob in allen Fällen aus der Zeitreihe von Konzentrationsmaßen hinreichend genau auch auf die Veränderung absoluter Schadstoffmengen geschlossen werden kann oder ob die Bewertung mit fiktiven Reproduktionskosten rechnerisch unmittelbar an den Meßergebnissen anknüpfen muß. Um relative Veränderungen der Meßergebnisse für verschiedene Schadstoffe/Belastungen trotz unterschiedlicher Maßeinheiten über die Jahre besser vergleichen zu können, werden die Meßergebnisse auch als Meßzahlenreihe (1980 = 100) nachgewiesen (Tabellen 1.3 bis 7.3).

Bewertet werden die Belastungen - soweit möglich - mit hypothetischen Reproduktionskosten (ersatzweise Schadensvermeidungskosten). Die Tabellen 1.4 bis 7.4 zeigen, welche Kosten pro Schadenseinheit aufgewendet werden müßten, um den Zustand am Anfang der Berichtsperiode beizubehalten. Dabei können die gesamten kumulierten Belastungen zweier Perioden bewertet und verglichen werden, oder es werden nur die in der Berichtsperiode hinzugekommenen Belastungen bewertet. Bei den Medien Boden und Wasser (stehende Gewässer, Grundwasserlandschaften) ist dabei auch das Problem der persistenten Stoffe und der Irreversibilität von Schäden bedeutsam.

Es ist durchaus wahrscheinlich, daß in vielen Fällen passende Kosten für die Reproduktion oder Schadensvermeidung nicht gefunden oder nicht angegeben werden können. In solchen Fällen muß nach Ersatzlösungen gesucht werden. Hierbei ist auch an die Definition zumutbarer Immissionsbelastungen zu denken - ähnlich den technischen Regelwerken oder den rechtlich zulässigen Grenzwerten. Solche Definitionen erfordern jedoch einen gesellschaftlichen Konsens. Bei der Kostenbewertung sind auch die Probleme des Transfers von Umweltbelastungen (z.B. verkehrslenkende Maßnahmen der Lärmbekämpfung: Umgehungsstraßen u.ä.) oder bleibender Nutzungseinschränkungen zu beachten. Anstelle der Berechnungen für einzelne Immissionsbelastungen kann in manchen Fällen behelfsweise auch an Berechnungen für ganze „Bündel“ von Immissionsbelastungen gedacht werden.

Die fiktiven Kosten der Immissionsveränderungen (Tabelle 1.5 bis 7.5 zu jeweiligen Kosten, Tabellen 1.6 bis 7.6 zu Kosten von 1980) ergeben sich durch Multiplikation der Grenzstückkosten der Reproduktion oder durch mit anderen Regeln ermittelten Kostensätzen mit der jeweiligen Immissionsveränderung und stellen die Kosten dar, die sich bei Vermeidung der entsprechenden Belastung in der Berichtsperiode ergeben hätten.

Es ist möglich, daß die monetäre Bewertung der Veränderung der Immissionen scheitert, sich für Teile als undurchführbar erweist oder zu lange dauert. Es wird deshalb vorgeschlagen, den Bewertungsteil des Bausteins durch einen Indexteil zu ergänzen. Dabei wird davon ausgegangen, daß geeignete Gewichte aus dem Baustein 2 (Werte der Emissionen) zur

Verfügung stehen. Dieses Gewichtungsschema erlaubt dann die Berechnung von Teilindizes und die Zusammenstellung zu einem Gesamtindex.

Die Datengrundlagen sind als teilweise stark lückenhaft zu bezeichnen.

### Übersicht über das Tabellenprogramm

Tabelle 1: Bodenimmission  
Tabelle 2: Wasserimmission  
Tabelle 3: Luftimmission  
Tabelle 4: Strahlungsimmission  
Tabelle 5: Lärmimmission  
Tabelle 6: Immission durch Erschütterungen  
Tabelle 7: Sonstige Immissionen  
Tabelle 8: Immissions-Indizes

### Klassifikationen

Klassifikation 3: Bodenbelastungen  
Klassifikation 4: Wasserbelastungen  
Klassifikation 5: Luftbelastungen  
Klassifikation 6: Strahlungsbelastungen  
Klassifikation 7: Lärmbelastungen und Erschütterungen  
Klassifikation 8: Sonstige Belastungen  
Klassifikation 9: Abfall  
Klassifikation 16: Regionale Gliederungen

Beziehungen zu anderen Bausteinen:

Baustein 1: Rohstoffverbrauch  
- Ausgangsdaten für Teilindex Ressourcenverbrauch

Baustein 2: Emissionsmodell  
Tabelle 10: Ressourcenverbrauch und Emissionen bei der Güterproduktion  
(Gewichte für Immissions-Indizes)

Zusammenfassende Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse der Bausteine 1 bis 10  
Tabelle 2: Gegenüberstellung der Emissionen und Immissionsveränderungen für ausgewählte Umweltbelastungen 19..

## Tabelle 1: Bodenimmission

Tabelle 1.1: Meßergebnisse (Mengenindikatoren)

Tabelle 1.2: Veränderung der Schadstoffe / Belastungen gegenüber Vorjahr (Mengen)

Tabelle 1.3: Meßergebnisse (1980=100)

Tabelle 1.4: Grenzstückkosten der Reproduktion  
(ersatzweise der Schadensvermeidung) (DM je Maßeinheit)

Tabelle 1.5: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten; fiktive Kosten der Immissionsveränderung),  
zu jeweiligen Kosten

Tabelle 1.6: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten), zu Kosten von 1980

Indikatoren	Maßeinheit <sup>1)</sup>	1978	1979	...	19..
Klassifikationen 3,9					
Summe <sup>2)</sup>					

1) Nur Tabellen 1.1, 1.2 und 1.4.

2) Nur Tabellen 1.5 und 1.6.

## Tabelle 2: Wasserimmission

Tabelle 2.1: Meßergebnisse (Mengenindikatoren)

Tabelle 2.2: Veränderung der Schadstoffe / Belastungen gegenüber Vorjahr (Mengen)

Tabelle 2.3: Meßergebnisse (1980=100)

Tabelle 2.4: Grenzstückkosten der Reproduktion  
(ersatzweise der Schadensvermeidung) (DM je Maßeinheit)

Tabelle 2.5: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten; fiktive Kosten der Immissionsveränderung),  
zu jeweiligen Kosten

Tabelle 2.6: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten), zu Kosten von 1980

Indikatoren	Maßeinheit <sup>1)</sup>	1978	1979	...	19..
Klassifikation 4					
Summe <sup>2)</sup>					

1) Nur Tabellen 2.1, 2.2 und 2.4.

2) Nur Tabellen 2.5 und 2.6.

### Tabelle 3: Luftimmission

Tabelle 3.1: Meßergebnisse (Mengenindikatoren)

Tabelle 3.2: Veränderung der Schadstoffe / Belastungen gegenüber Vorjahr (Mengen)

Tabelle 3.3: Meßergebnisse (1980=100)

Tabelle 3.4: Grenzstückkosten der Reproduktion  
(ersatzweise der Schadensvermeidung) (DM je Maßeinheit)

Tabelle 3.5: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten; fiktive Kosten der Immissionsveränderung),  
zu jeweiligen Kosten

Tabelle 3.6: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten), zu Kosten von 1980

Indikatoren	Maßeinheit <sup>1)</sup>	1978	1979	...	19..
Klassifikation 5					
Summe <sup>2)</sup>					

1) Nur Tabellen 3.1, 3.2 und 3.4.

2) Nur Tabellen 3.5 und 3.6.

### Tabelle 4: Strahlungsimmission

Tabelle 4.1: Meßergebnisse (Mengenindikatoren)

Tabelle 4.2: Veränderung der Schadstoffe / Belastungen gegenüber Vorjahr (Mengen)

Tabelle 4.3: Meßergebnisse (1980=100)

Tabelle 4.4: Grenzstückkosten der Reproduktion  
(ersatzweise der Schadensvermeidung) (DM je Maßeinheit)

Tabelle 4.5: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten; fiktive Kosten der Immissionsveränderung),  
zu jeweiligen Kosten

Tabelle 4.6: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten), zu Kosten von 1980

Indikatoren	Maßeinheit <sup>1)</sup>	1978	1979	...	19..
Klassifikation 6					
Summe <sup>2)</sup>					

1) Nur Tabellen 4.1, 4.2 und 4.4.

2) Nur Tabellen 4.5 und 4.6.

**Tabelle 5: Lärmimmission**

Tabelle 5.1: Meßergebnisse (Mengenindikatoren)

Tabelle 5.2: Veränderung der Schadstoffe / Belastungen gegenüber Vorjahr (Mengen)

Tabelle 5.3: Meßergebnisse (1980=100)

Tabelle 5.4: Grenzstückkosten der Reproduktion  
(ersatzweise der Schadensvermeidung) (DM je Maßeinheit)

Tabelle 5.5: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten; fiktive Kosten der Immissionsveränderung),  
zu jeweiligen Kosten

Tabelle 5.6: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten), zu Kosten von 1980

Indikatoren	Maßeinheit <sup>1)</sup>	1978	1979	...	19..
Klassifikation 7					
Summe <sup>2)</sup>					

1) Nur Tabellen 5.1, 5.2 und 5.4.

2) Nur Tabellen 5.5 und 5.6.

**Tabelle 6: Immission durch Erschütterungen**

Tabelle 6.1: Meßergebnisse (Mengenindikatoren)

Tabelle 6.2: Veränderung der Schadstoffe / Belastungen gegenüber Vorjahr (Mengen)

Tabelle 6.3: Meßergebnisse (1980=100)

Tabelle 6.4: Grenzstückkosten der Reproduktion  
(ersatzweise der Schadensvermeidung) (DM je Maßeinheit)

Tabelle 6.5: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten; fiktive Kosten der Immissionsveränderung),  
zu jeweiligen Kosten

Tabelle 6.6: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten), zu Kosten von 1980

Indikatoren	Maßeinheit <sup>1)</sup>	1978	1979	...	19..
Klassifikation 7					
Summe <sup>2)</sup>					

1) Nur Tabellen 6.1, 6.2 und 6.4.

2) Nur Tabellen 6.5 und 6.6.



**Tabelle 7: Sonstige Immissionen**

Tabelle 7.1: Meßergebnisse (Mengenindikatoren)

Tabelle 7.2: Veränderung der Schadstoffe / Belastungen gegenüber Vorjahr (Mengen)

Tabelle 7.3: Meßergebnisse (1980=100)

Tabelle 7.4: Grenzstückkosten der Reproduktion  
(ersatzweise der Schadensvermeidung) (DM je Maßeinheit)

Tabelle 7.5: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten; fiktive Kosten der Immissionsveränderung),  
zu jeweiligen Kosten

Tabelle 7.6: Reproduktionskosten  
(ersatzweise Schadensvermeidungskosten), zu Kosten von 1980

Indikatoren	Maßeinheit <sup>1)</sup>	1978	1979	...	19..
Klassifikation 8					
Summe <sup>2)</sup>					

1) Nur Tabellen 7.1, 7.2 und 7.4.

2) Nur Tabellen 7.5 und 7.6.

**Tabelle 8: Immissions-Indizes (1980=100)**

Tabelle 8.1: Gewichte bewertet zu jeweiligen Preisen

Tabelle 8.2: Gewichte bewertet zu Kosten von 1980

Immission	Gewicht <sup>1)</sup> (%)	1978	1979	1980	...	19..
Teilindex						
Ressourcenverbrauch				100		
Boden				100		
Wasser				100		
Luft				100		
Strahlungen				100		
Lärm				100		
Erschütterungen				100		
Sonstige				100		
Gesamtindex	100			100		
Teilindex		Veränderungen gegenüber Vorjahr in %				
Ressourcenverbrauch						
Boden						
Wasser						
Luft						
Strahlungen						
Lärm						
Erschütterungen						
Sonstige						
Gesamtindex						

1) Die Gewichtung wird aus der Relation der bewerteten Emissionen in der Spaltensumme der Tabelle 10 aus Baustein 2 gewonnen.

## Baustein 6: Extrembelastungen

### Inhaltliche Beschreibung

In den Durchschnittswerten, die in den Bausteinen 1 bis 5 verwendet werden, sind Extrembelastungen in zeitlicher und geografischer Hinsicht explizit nicht erkennbar. Es ist wegen der besonderen Bedeutung solcher Belastungen für die Umwelt aber wichtig, auch Art, Ausmaß und Häufigkeit von Spitzenbelastungen und Belastungskombinationen im Immissionsbereich nachzuweisen.

Die Datengrundlagen über Extrembelastungen sind als vergleichsweise gut zu bezeichnen.

### Übersicht über das Tabellenprogramm

Tabelle 1: Extrembelastungen

### Klassifikation

Klassifikation 12: Extrembelastungen

Klassifikation 16: Regionale Gliederungen

Beziehungen zu anderen Bausteinen:

Baustein 7: Störfaktorenkalender

- Überschneidungen mit Klassifikation 13
- Störfaktoren sind möglich

Tabelle 1: Extrembelastungen

Extrembelastungen	Maßeinheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 12					

## Baustein 7: Störfaktorenkalender

### Inhaltliche Beschreibung

Während der Baustein 6 Spitzenbelastungen und Belastungskombinationen im Immissionsbereich darstellen soll, sammelt der Baustein 7 Störfaktoren, die über die „normale“ Emission hinausgehen und die zur Analyse der Ergebnisse der Bausteine 1 bis 6 notwendig sind. Hierzu gehören durch die Natur ausgelöste Störfaktoren, wie z.B. Erdbeben oder Vulkanausbrüche, von Menschen ausgelöste Störfaktoren, wie z.B. schwere Unfälle in Kernkraftwerken, oder auch Reaktionen der Umwelt auf Störfaktoren, wie z.B. Genmutationen.

Die Datengrundlagen sind als vergleichsweise gut zu bezeichnen.

### Übersicht über das Tabellenprogramm

Tabelle 1: Störfaktoren

### Klassifikationen

Klassifikation 13: Störfaktoren

Klassifikation 16: Regionale Gliederungen

Beziehungen zu anderen Bausteinen:

Baustein 6: Extrembelastungen

- Überschneidungen mit der Klassifikation 12  
Extrembelastungen sind möglich

Tabelle 1: Störfaktoren

Störfaktoren	Maßeinheit	1978	1979	...	19..
Klassifikation 13					

## Baustein 8: Maßnahmen für den Umweltschutz

### Inhaltliche Beschreibung

Den Belastungen der Umwelt durch menschliche Aktivitäten stehen die Bemühungen zum Schutz der Umwelt vor deren unerwünschten Folgen und Auswirkungen gegenüber. Zur Analyse und Beurteilung von Maßnahmen im Umweltschutzbereich hinsichtlich ihrer Wirkungsweise und Effizienz sind sowohl monetäre Angaben über die Höhe der getätigten Aufwendungen als auch quantitative und qualitative Informationen über Art, Umfang, Einsatzfelder und Effizienz der korrespondierenden Maßnahmen erforderlich. Hierdurch wird es ermöglicht, Aussagen über den Erfolg von Umweltschutzmaßnahmen zu machen und die sich dadurch ergebenden Verminderungen der Umweltbelastung näherungsweise abzuschätzen. Bei den Darstellungsinhalten, einerseits monetär und andererseits nichtmonetär, die sich in ihrem Aussagegehalt jeweils ergänzen, wird im Baustein 8 durch entsprechende Tabellen in Form einer statistischen Beschreibung getroffener Schutzmaßnahmen für die Umwelt nach Art und Umfang Rechnung getragen.

Die DM-Angaben über den Rohstoffabbau und -verbrauch (Baustein 1) und die Schadstoffbelastungen (Baustein 2) werden damit im Baustein 8: Maßnahmen für den Umweltschutz ergänzt durch Angaben über die Umweltschutzausgaben, die von den einzelnen Wirtschaftsbereichen (einschließlich Staat und private Haushalte) getätigt worden sind.

Nachgewiesen werden - in jeweiligen Preisen und in Preisen von 1980 - die laufenden Aufwendungen einschließlich der Forschungsausgaben und die Investitionen für den Umweltschutz des jeweiligen Berichtsjahres sowie - nachrichtlich - der Kapitalstock und die Abschreibungen der Wirtschaftsbereiche für den Umweltschutz (Tabelle 1) sowie - als Zeitreihe - die Summe aus laufenden Aufwendungen und Abschreibungen (Tabelle 2).

Darüber hinaus kommt die Art der im Berichtsjahr installierten Maßnahmen mit Angaben über Anzahl, Wirkungsweise, Kapazität und Effizienz zur Darstellung (Tabelle 3). Zusätzlich wird eine entsprechende Tabelle über den Bestand an Anlagen bzw. durchgeführten Maßnahmen als Zeitreihe erstellt (Tabelle 4).

Die Datengrundlagen für diese Berechnungen sind, gestützt auf die Umwelt- und Finanzstatistiken, als vergleichsweise gut zu bezeichnen.

### Übersicht über das Tabellenprogramm

- Tabelle 1: Aufwendungen der Wirtschaftsbereiche für den Umweltschutz 19..
- Tabelle 2: Laufende Aufwendungen und Abschreibungen für den Umweltschutz
- Tabelle 3: Maßnahmen der Wirtschaftsbereiche und -sektoren für den Umweltschutz 19..
- Tabelle 4: Bestand an Anlagen für den Umweltschutz

### Klassifikationen

- Klassifikation 11: Forschung und Maßnahmen für den Umweltschutz
- Klassifikation 15: Wirtschaftsbereiche und -sektoren
- Klassifikation 16: Regionale Gliederungen

Beziehungen zu anderen Bausteinen:

Zusammenfassende Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse der Bausteine 1 bis 10

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Emissionen und Immissionsveränderungen für ausgewählte Umweltbelastungen 19..

**Tabelle 1: Aufwendungen der Wirtschaftsbereiche für den Umweltschutz 19..**

Tabelle 1.1: In jeweiligen Preisen

Tabelle 1.2: In Preisen von 1980

Wirtschaftsbereiche	Laufende Aufwendungen	Investitionen	Nachrichtlich:		Summe 1+2	Summe 1+4
			Kapitalstock	Abschreibungen		
	1	2	3	4	5	6
Klassifikation 15						
Summe						

**Tabelle 2: Laufende Aufwendungen und Abschreibungen für den Umweltschutz**

Tabelle 2.1: In jeweiligen Preisen

Tabelle 2.2: In Preisen von 1980

Wirtschaftsbereiche	1978	1979	1980	...	19..
Klassifikation 15					
Summe					

**Tabelle 3: Maßnahmen der Wirtschaftsbereiche und -sektoren für den Umweltschutz 19..**

Wirtschaftsbereiche	Maßnahme (Art)	Anzahl	Wirkungsweise	Kapazität	Effizienz
Klassifikation 15	Klassifikation 11				

**Tabelle 4: Bestand an Anlagen für den Umweltschutz \*)**

Wirtschaftsbereiche	Maßnahme (Art)	1979	1980	...	19..
Klassifikation 15	Klassifikation 11				

\*) Einschließlich Maßnahmen für den Natur- und Landschaftsschutz.

## Baustein 9: Expertenmodell I

### Inhaltliche Beschreibung

Im Baustein 9: Expertenmodell I wird bewußt auf einen objektiven Bewertungsansatz verzichtet und subjektive Maßstäbe eingeführt. Methodische Probleme und Erfassungsprobleme lassen es denkbar erscheinen, daß die Ableitung absoluter Schadstoffmengen und die Bewertung in DM vielfach nicht durchführbar sind bzw. zu unplausiblen Ergebnissen führen. Das Expertenmodell kann daher auch als komplementär zu den vorangegangenen Bausteinen angesehen werden.

Die Grundidee dieses Expertenmodells besteht darin, eine Reihe von Umweltindikatoren nach ihrer Bedeutung von mehreren Sachverständigen mit Hilfe eines Punktesystem einordnen zu lassen. Diese Einordnung ergibt als Summe der Urteile ein Gewichtungsschema, mit dem die statistisch ermittelte Entwicklung der einzelnen Indikatorreihen zusammengewogen wird. Die Experten sollen bei ihrer Punktevergabe alle ihnen wichtig erscheinenden Gesichtspunkte berücksichtigen, wie

- Vorsorgegesichtspunkte,
- Gefahrenabwehr,
- Schutzobjekte,
- Relation der Bedeutung einzelner Schadstoffe zueinander,
- Toxizität,
- Irreversibilität,
- Immissionsniveau,
- die Gefahr von Extremlagen,
- Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit,
- ungelöste Entsorgungsprobleme und
- Langzeitfolgen usw.

Tabelle 1 sammelt die Promille-Anteile, die von den Experten im Durchschnitt der einzelnen Ressourcenverminderung bzw. Emission nach ihrer umweltrelevanten Bedeutung gemessen worden sind. Tabelle 2 stellt die Entwicklung der ausgewählten umweltrelevanten Indikatoren für den Ressourcenabbau und für die Emissionen in Form von Meßziffernreihen dar. Die Gewichtung der Meßziffernreihen mit dem Punktedurchschnitt der Experten ergibt Teilindizes und einen Gesamtindex für die Umweltbelastungen (Tabelle 3). Es sollte davon ausgegangen werden, daß dieser Ansatz in sich konsistente und im wesentlichen plausible Gewichtungen ergibt.

In dem Expertenmodell kann sinnvollerweise nur eine beschränkte Zahl ausgewählter Positionen der Ressourcen- und Schadstoffklassifikationen (Klassifikationen 1 bis 9) berücksichtigt werden. Solange quantifizierbare Angaben vorliegen, die eine Meßziffernreihe ergeben, kann in Kauf genommen werden, daß diese Auswahl der Umweltbelastungen sehr inhomogen ist.

### Übersicht über das Tabellenprogramm

Tabelle 1: Umweltbewertung 19.. (Punkteverteilung der Experten)

Tabelle 2: Umweltbelastungen (Meßergebnisse, 1980=100)

Tabelle 3: Umweltbelastungs-Indizes (1980=100)



## Klassifikationen

- Klassifikation 1: Nutzungen der Umwelt
- Klassifikation 2: Abiotische und biotische Rohstoffe
- Klassifikation 3: Bodenbelastungen
- Klassifikation 4: Wasserbelastungen
- Klassifikation 5: Luftbelastungen
- Klassifikation 6: Strahlungsbelastungen
- Klassifikation 7: Lärmbelastungen und Erschütterungen
- Klassifikation 8: Sonstige Belastungen
- Klassifikation 9: Abfall

Beziehungen zu anderen Bausteinen:

Zusammenfassende Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse der Bausteine 1 bis 10

**Tabelle 1: Umweltbewertung 19.. (Punkteverteilung der Experten)**

Umweltbelastungen durch Rohstoffabbau, Abfall, Emissionen	Experten				Durch- schnitt
	A	B	...	x	
Ausgewählte Positionen aus den Klassifikationen 1 bis 9					
	1 000	1 000		1 000	

**Tabelle 2: Umweltbelastungen (Meßergebnisse, 1980=100)**

Umweltbelastungen durch Rohstoffabbau, Abfall, Emissionen	1978	1979	1980	...	19..
Ausgewählte Positionen aus den Klassifikationen 1 bis 9					



## Baustein 10: Expertenmodell II

### Inhaltliche Beschreibung

Im Baustein 10: Expertenmodell II wird - wie im Expertenmodell I - eine Reihe von Umweltindikatoren von Sachverständigen nach ihrer Bedeutung eingeordnet, die Umweltbewertung erfolgt hier jedoch durch eine Notenverteilung der Experten (Tabelle 1).

Aus den Durchschnittsnoten der Experten für die einzelnen Umweltindikatoren wird wiederum ein Durchschnitt berechnet (Tabelle 2). Der Vergleich dieser Durchschnittsnoten für Umweltbelastungen zeigt über mehrere Jahre die Veränderungen der Umweltbelastungen durch Ressourcenabbau und Emissionen nach subjektiver Experteneinschätzung.

### Übersicht über das Tabellenprogramm

Tabelle 1: Umweltbewertung 19.. (Notenverteilung der Experten)

Tabelle 2: Umweltbewertung (Durchschnittsnoten der Experten)

### Klassifikationen

Klassifikation 2: Abiotische und biotische Rohstoffe

Klassifikation 3: Bodenbelastungen

Klassifikation 4: Wasserbelastungen

Klassifikation 5: Luftbelastungen

Klassifikation 6: Strahlungsbelastungen

Klassifikation 7: Lärmbelastungen und Erschütterungen

Klassifikation 8: Sonstige Belastungen

Klassifikation 9: Abfall

Beziehungen zu anderen Bausteinen:

Zusammenfassende Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse der Bausteine 1 bis 10

**Tabelle 1: Umweltbewertung 19.. (Notenverteilung der Experten)**

Umweltbelastungen durch Rohstoffabbau, Abfall, Emissionen	Experten				Durchschnitt
	A	B	...	x	
Ausgewählte Positionen aus den Klassifikationen 2 bis 9					

**Tabelle 2: Umweltbewertung (Durchschnittsnoten der Experten)**

Umweltbelastungen durch Rohstoffabbau, Abfall, Emissionen	1978	1979	1980	...	19..
Ausgewählte Positionen aus den Klassifikationen 2 bis 9					
Durchschnitt					

## Zusammenfassende Tabellen

### Inhaltliche Beschreibung

In den Zusammenfassenden Tabellen werden die wesentlichen Ergebnisse des Umwelt-ökonomischen Berichtssystems dargestellt (Tabelle 1) und die Ergebnisse der modellmäßigen Emissionsrechnung (Baustein 2) mit den Immissionsveränderungen (Baustein 5) verglichen (Tabelle 2).

Tabelle 1 ist eine Übersicht über die Ergebnisse der Bausteine 1 bis 10.

Die Tabelle 2 stellt die Mengen (Tabelle 2.1) und die Kosten (Tabelle 2.2 zu jeweiligen Kosten, Tabelle 2.3 zu Kosten von 1980) der Immissionsveränderungen denen der Emissionen gegenüber. Die Differenz zwischen beiden Angaben weist auf folgende Einflüsse hin:

- natürliche Einflüsse,
- grenz- und medienüberschreitender Schadstofftransport,
- Schadstoffumwandlungen,
- Regenerationsprozesse und
- statistische Fehler (Meßfehler, Ungenauigkeiten in den Schätzmodellen).

### Übersicht über das Tabellenprogramm

Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse der Bausteine 1 bis 10

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Emissionen und Immissionsveränderungen für ausgewählte Umweltbelastungen 19..

**Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse der Bausteine 1 bis 10**

Tabelle 1.1: In/zu jeweiligen Preisen/Kosten

Tabelle 1.2: In Preisen/zu Kosten von 1980

Ergebnis	Maßeinheit bzw. Gewicht (%)	1978	1979	...	19..
Abbau von Inlandsrohstoffen					
Abiotisch					
Biotisch					
Inländischer Verbrauch von Rohstoffen					
Abiotisch					
Biotisch					
Fiktive Kosten der Immissionsveränderung					
Boden					
Wasser					
Luft					
Strahlungen					
Lärm					
Erschütterungen					
Sonstige Immission					
Immissionsindizes (Teilindizes)					
Ressourcenverbrauch					
Boden					
Wasser					
Luft					
Strahlungen					
Lärm					
Erschütterungen					
Sonstige Immission					
Gesamtindex					
Umweltbelastungsindizes (Expertengewichtung)					
Teilindizes					
Ressourcenverbrauch					
Boden					
Wasser					
Luft					
Strahlungen					
Lärm					
Erschütterungen					
Sonstige Belastungen					
Gesamtindex					

Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse der Bausteine 1 bis 10

Tabelle 1.1: In/zu jeweiligen Preisen/Kosten

Tabelle 1.2: In Preisen/zu Kosten von 1980

Ergebnis	Maßeinheit bzw. Gewicht (%)	1978	1979	...	19..
Fiktive Kosten des Ressourcen- verbrauchs bzw. der Emissionen bei der Güterproduktion					
Ressourcen					
Boden					
Wasser					
Luft					
Strahlungen					
Lärm					
Erschütterungen					
Sonstige Emissionen					
Fiktive Kosten der Umwelt- belastungen					
Insgesamt					
Entsorgt					
Nicht entsorgt					
Ausgewählte Positionen der Klassifikationen 3 bis 9					
Entsorgt					
Nicht entsorgt					
Maßnahmen für den Umweltschutz					
Lfd. Aufwendungen					
Investitionen					
Nachrichtlich:					
Kapitalstock					
Abschreibungen					
Laufende Aufwendungen und Abschreibungen					
Unternehmen					
Staat					
Private Haushalte					
Expertenurteil Umweltbela- stungen (Durchschnittsnote)					
Ressourcenabbau					
Boden					
Wasser					
Luft					
Strahlungen					
Lärm					
Erschütterungen					
Sonstige Belastungen					

**Tabelle 2: Gegenüberstellung der Emissionen und Immissionsveränderungen für ausgewählte Umweltbelastungen 19..**

Tabelle 2.1: Mengen

Tabelle 2.2: Fiktive Kosten der Umweltbelastung, zu jeweiligen Kosten

Tabelle 2.3: Fiktive Kosten der Umweltbelastung, zu Kosten von 1980

Umweltbelastung	Maß- einheit	Emission	Immissions- veränderung	Differenz <sup>1)</sup> Sp. 1 / Sp. 2
		1	2	3
Ausgewählte Positionen der Klassifikationen 3-9				

1) Regeneration, Schadstoffwanderungen und -umwandlungen, statistische und andere Fehler.



# Übersichten zu ausgewählten Klassifikationen

## Klassifikation 1: Nutzungen der Umwelt

### 1 Nutzung von Produktionsleistungen

- 1.1 Biotische Ressourcen
- 1.2 Abiotische Ressourcen
- 1.3 Elementargüter (z.B. Wasser)

### 2 Nutzung von Trägerleistungen (Raumanspruch)

- 2.1 Standort (Wohnen, Verkehr, Gewerbeansiedlung u.a.)
- 2.2 Aufnahmemedium für Emissionen/Immissionen (Boden, Wasser, Luft)

### 3 Nutzung von Regelungsleistungen

- 3.1 Reinigung (Selbstreinigungskräfte versus Persistenz und Akkumulationseffekte)
- 3.2 Stabilisierung (z.B. Abpufferung des Boden-pH-Wertes/Stabilisierung klimatischer Prozesse/Abschirmung kosmischer Strahlung)
- 3.3 Organisationsstruktur (Eingriffe in Lebensräume)

## **Klassifikation 2: Abiotische und biotische Rohstoffe**

### **1 Abiotische Rohstoffe**

- 1.1 Primärrohstoffe
  - 1.1.1 Bergbauliche Erzeugnisse (Kohle, Erdgas, Erdöl, Torf, Eisenerze, NE-Metallerze, Kalisalze, Rohphosphate, Natururan, andere bergbauliche Erzeugnisse)
  - 1.1.2 Steine und Erden (Natursteine, unbearbeitete Erden, Tonschiefer, Kalk- und Dolomitstein, Sand, Kies, andere Erzeugnisse)
- 1.2 Sekundärrohstoffe - Recycling - (Metallschrott, Altöl, Altpapier, Altglas, Altkunststoff, Altstoffe aus Bauschutt, andere Altstoffe)

### **2 Biotische Rohstoffe (einschl. Genpotentiale)**

- 2.1 Primärrohstoffe
  - 2.1.1 Pflanzen (Ernten aus einjährigem bzw. mehrjährigem Anbau, Forstwirtschaft, Sammlung von Wildpflanzen und Früchten)
  - 2.1.2 Tiere (Tierhaltung, Aquakulturen, Jagd, Fischfang)
  - 2.1.3 Mikroorganismen
- 2.2 Sekundärrohstoffe -Recycling-
  - 2.2.1 Kompost
  - 2.2.2 Stoffe tierischen Ursprungs (Dünger, Knochenmehl, Biogas)

### **3 Elementargüter (einschl. energetischer Nutzung)**

- 3.1 Licht (Solarenergie)
- 3.2 Luft (Sauerstoffentnahme für Verbrennungsprozesse)
- 3.3 Wind (Windenergie)
- 3.4 Wärme (Wärmepumpen)
- 3.5 Wasser (Wasserkraft)

Darüber hinaus: Natur und Landschaft als Ressource

- 1 Geschützte und schutzwürdige Lebensräume, gegliedert nach
  - 1.1 Art und Ort des Lebensraums
  - 1.2 Gefährdungsgrad und Schutzstatus
- 2 Geschützte und schutzwürdige Pflanzen und Tiere, gegliedert nach
  - 2.1 Arten
  - 2.2 Gefährdungsgrad (z.B. rote Listen) und Schutzstatus

## Klassifikation 3: Bodenbelastungen

### 3.1 Bodennutzungsparameter <sup>1)</sup>

#### Kurzbeschreibung

- 1 Geowissenschaftliche Grunddaten
  - 1.1 Bodenkundliche Daten
  - 1.2 Geologische Daten
  - 1.3 Hydrogeologische und hydrologische Daten
  - 1.4 Lagerstättenkundliche Daten
  - 1.5 Ingenieurgeologische Daten
  - 1.6 Geomorphologische Daten
  - 1.7 Klimadaten
- 2 Daten über anthropogene Einwirkungen auf den Boden
  - 2.1 Stoffeinträge
    - Luftpfad
    - Wasserpfad
    - Düngemittel
    - Klärschlamm, Müllkompost
    - Pflanzenschutzmittel
    - Auftaumittel
    - Ablagerung von Abfällen und Baggergut
    - Altlasten
    - Lagerung und Transport gefährlicher Stoffe
    - Sonstige Stoffeinträge
    - Gewinnung von Bodenschätzen
  - 2.2 Erosion, Humusschwund und Bodenverdichtung
  - 2.3 Flächeninanspruchnahme
    - Siedlungswesen
    - Verkehrsinfrastruktur
    - Land- und Forstwirtschaft
    - Abfallbeseitigung, Altlasten und altlastverdächtige Flächen
    - Wasserwirtschaft
    - Freizeit, Sport und Erholung
    - Naturschutz und Landschaftspflege
    - Bioindikatoren
    - Schutzgebiete
    - Schutzwürdige Flächen
    - Daten der Biotopkartierung
    - Landschaftsgliederung

---

1) Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz; Konzept zur Erstellung eines Bodeninformationssystems (Stand: 1.4.1987).

### 3.2 Stoffe mit nachgewiesenem Gefahrenpotential <sup>2)</sup>

#### 1 Stoffe, die weit verbreitet sind und/oder besonders nachteilige Wirkungen haben

Arsen  
Cadmium  
Quecksilber  
Blei  
Zink  
Nickel  
Aluminium  
Kupfer  
Salpetersäure/Nitrate  
Schwefelsäure/Sulfate  
Ammonium  
Langlebige Radionuklide  
PCB (polychlorierte Biphenyle)  
PCT (polychlorierte Terphenyle)  
PCN (polychlorierte Naphtaline)  
HCB (Hexachlorbenzol)  
DDT (1,1,1-Trichlor-2,2-bis (4-chlorphenyl)-ethan und Derivate)  
PCP (Pentachlorphenol)  
HCH (Hexachlorcyclohexan)  
PAH (polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe)

Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (Trichlorethen, Perchlorethen)  
PCDD/PCDF, insbesondere TCDD, TCDF, OCDD, OCDF (chlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane)

#### 2 Stoffe von lokaler Bedeutung

Chrom  
Thallium  
Beryllium  
Kobalt  
Uran  
Flußsäure/Fluoride  
Cyanide  
Mineralöle  
Phenole  
Nitroaromate  
Aromatische Kohlenwasserstoffe, insbesondere Benzole, Toluole, Naphthaline Paraquat  
(1,1-Dimethyl-4,4-bipyridiniumchlorid)

---

2) Umweltbericht 1990 des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

## Klassifikation 4: Wasserbelastungen

### 4.1 Synoptische Übersicht zu messender Schadstoffe in verschiedenen Wassertypen Schadstoffe nach Wassertypen Messungen bzw. Vorschläge zu Messungen

1	Parameter (* = Summenp.)	Trinkwasser		Grund- wasser LAWA <sup>3)</sup>	Fließ- gewässer LAWA <sup>4)</sup>	Seen LAWA <sup>5)</sup>	Hohe See DHI <sup>6)</sup>	Ab- wasser RL-BaWü <sup>7)</sup>	Statist. Daten 5 Q <sup>8)</sup>
		EG <sup>1)</sup>	DVGW <sup>2)</sup>						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<b>Allgemeine physikalische Güteermale</b>								
1.1	Abfluß				X				
1.2	Temperatur	X		X	X			X	
1.3	Sauerstoff- gehalt				X	X	X		
1.4	Sauerstoff- sättigung						X		
1.5	pH-Wert	X	X	X	X	X	X	X	X
1.6	elektr. Leit- fähigkeit	X		X	X	X			X
1.7	Trübung			X					
1.8	Geruch			X					
1.9	Färbung			X					
2	<b>Anorganische Substanzen</b>								
2.1	<b>Salze, Ione</b>								
2.1.1	Chlorid	X	X	X	X	(X)		X	
2.1.2	Cyanid	X						X	X
2.1.3	Fluorid	X	X					X	X
2.1.4	Nitrat	X	X	X		(X)	X		X
2.1.5	Nitrit	X				(X)		X	X
2.1.6	Phosphate	siehe 2.2.1							
2.1.7	Sulfat	X	X	X	X			X	X
2.1.8	Sulfid, Ione							X	
2.1.9	Ammonium	X	X	X		(X)		X	X
2.1.10	Bor		X	X					
2.1.11	Calcium	siehe 2.4.4							
2.1.12	Hydrogen- carbonat				X	X			
2.1.13	Kalium	siehe 2.4.5							
2.1.14	Magnesium	siehe 2.4.6							
2.1.15	Natrium	siehe 2.4.7							
2.2	<b>Eutrophierende Stoffe</b>								
2.2.1	Phosphate, gesamt*	X		X	X	X	X		
2.2.2	Orthophosphat- phosphor, Stickstoffe				X	(X)	X		
2.2.3	Stickstoff, gesamt*				X		X		
2.2.4	Ammonium-N				X		X		
2.2.5	Nitrat-N				X				
2.2.6	Nitrit-N				X		X		
2.3	<b>Schwermetalle</b>								
2.3.1	Beryllium		X						
2.3.2	Blei	X	X	X	X	(X)	X	X	X
2.3.3	Cadmium	X	X	X	X	(X)	X	X	X
2.3.4	Chrom	X	X	X	X	(X)	X	X	X
2.3.5	Eisen	X	X	X	(X)	(X)	X	X	
2.3.6	Kobalt		X			(X)			
2.3.7	Kupfer	X	X	X	X	(X)	X	X	
2.3.8	Mangan	X	X	X	(X)	(X)	X		
2.3.9	Nickel	X	X	X	X	(X)	X	X	X
2.3.10	Quecksilber	X	X		X	(X)	X	X	X
2.3.11	Zink		X	X	X	(X)	X	X	
2.3.12	Zinn							X	

Erläuterungen der Fußnoten und Abkürzungen siehe S.135.

4.1 Synoptische Übersicht zu messender Schadstoffe in verschiedenen Wassertypen  
Schadstoffe nach Wassertypen  
Messungen bzw. Vorschläge zu Messungen

1	Parameter (* = Summenp.)	Trinkwasser		Grund- wasser LAWA <sup>3)</sup>	Fließ- gewässer LAWA <sup>4)</sup>	Seen LAWA <sup>5)</sup>	Hohe See DH <sup>6)</sup>	Ab- wasser RL-BaWü <sup>7)</sup>	Statist. Daten 5 Q <sup>8)</sup>
		EG <sup>1)</sup>	DVGW <sup>2)</sup>						
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2.4	Leicht- und Halbmetalle								
2.4.1	Aluminium	X		X	X			X	
2.4.2	Arsen	X	X	X	X	(X)			X
2.4.3	Barium	X	X					X	
2.4.4	Calcium	X	X	X	X	(X)		X	X
2.4.5	Kalium	X		X	X				
2.4.6	Magnesium	X	X	X	X	(X)			X
2.4.7	Natrium	X		X	X				X
2.4.8	Selen	X	X						
3	Organische Substanzen								
3.1	Organische Summen- parameter								
3.1.1	BSB <sub>5</sub> <sup>+</sup>		X		X	(X)			
3.1.2	CSB <sup>+</sup>		X		X	(X)			
3.1.3	DOC <sup>+</sup>		X	X	X	(X)			
3.1.4	(TOC <sup>+</sup> )		X		X	(X)			
3.2	Aromatische Kohlenwasser- stoffe								
3.2.1	BTX <sup>+</sup> z.T. Einzel- nachweis Benzol Toluol Xylol			X			X		
3.2.2	PAH <sup>+</sup> z.T. problem- orientierte Einzelstoff- analytik: Benzo(a)pyren Benzo(e)pyren Benzo(a)an- thracen u.a.	X	X	X					X
3.2.3	Phenole Mineralöl- derivate	X	X	X				X	
3.2.4	Benzine		X					X	
3.2.5	Öle	X	X					X	
3.3	Halogenkohlen- wasserstoffe								
3.3.1	AOX <sup>+</sup>			X	X				
3.3.2	EOX <sup>+</sup> leichtflüchtige HKW				X				
3.3.3	Dichlormethan	X		X					X
3.3.4	Trichlormethan	X		X					
3.3.5	Tetrachlor- methan	X		X					X
3.3.6	Trichlorethan	X		X					X
3.3.7	Trichlorethen (Tri)	X		X					
3.3.8	Tetrachlor- ethen (PER)	X		X					X
3.3.9	Dichlorethen			X					
3.3.10	Vinylchlorid			X					

Erläuterungen der Fußnoten und Abkürzungen siehe S. 135.

#### 4.1 Synoptische Übersicht zu messender Schadstoffe in verschiedenen Wassertypen Schadstoffe nach Wassertypen Messungen bzw. Vorschläge zu Messungen

1	Parameter (* = Summenp.)	Trinkwasser		Grund- wasser LAWA <sup>3)</sup>	Fließ- gewässer LAWA <sup>4)</sup>	Seen LAWA <sup>5)</sup>	Hohe See DHI <sup>6)</sup>	Ab- wasser RL-BaWü <sup>7)</sup>	Statist. Daten 5 Q <sup>8)</sup>
		EG <sup>1)</sup>	DVGW <sup>2)</sup>						
3.4	PCB								
3.4.1	PCB, gesamt* (ggf. auch Einzel- nachweis)	X					X		(X)
3.5	Halogenphenole								
3.5.1	Chlorphenol		X						
3.6	Pestizide								
3.6.1	Pestizide, ge- samt* (ggf. Einzel- stoffnachweis, wie z.B. Atrazin HCH DDT)	X		X			X		(X)
3.7	Tenside								
3.7.1	Anionische T.	X	X						
3.7.2	Nichtionische T.	X	X						
4	Biologische Untersuchung								
4.1	Koloniezahl			X	X				
4.2	Coliforme Keime			X	X				
4.3	Biotest			X	X				
5	Radioaktivität								
5.1	Gesamt*			X	X				
5.2	Cäsium			X	X		X		
5.3	Strontium			X	X		X		
5.4	Tritium			X	X		X		

- 1) EG-Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch vom 15.07.1980.
- 2) Arbeitsblatt W 151 der DVGW 1975; Qualitätsanforderung an Oberflächenwasser zur Trinkwassergewinnung.
- 3) Entwurf der Richtlinie für Grundwasserbeschaffenheit der LAWA, Mai 1989
- 4) Empfehlung für die regelmäßige Untersuchung der Beschaffenheit der Fließgewässer in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland, LAWA 1981.
- 5) Seen der Bundesrepublik Deutschland, LAWA 1985.
- 6) Überwachung des Meeres, Bericht für das Jahr 1985, DHI, Hamburg 1987.
- 7) Richtlinie für die Anforderungen an Abwasser bei Einleitung in öffentliche Abwasseranlagen des Landes Baden-Württemberg, 1978.
- 8) Erhebungsbogen 5Q der Erhebung über die öffentliche Wasserversorgung 1987; Angaben zur Wasserbeschaffenheit von Trinkwasser.

#### Abkürzungen

AOX	= Adsorbierbare organische Halogene	EOX	= Extrahierbare organische Halogene
BSB 5	= Biologischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen	HCH	= Hexachlorcyclohexan
BTX	= Benzol, Toluol, Xylol	HKW	= Halogenkohlenwasserstoffe
CSB	= Chemischer Sauerstoffbedarf	LAWA	= Landesarbeitsgemeinschaft Wasser
DDT	= Dichlordiphenyl-Trichlorethan	PAH	= Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
DHI	= Deutsches Hydrographisches Institut	RL-BW	= Richtlinie Baden-Württemberg
DOC	= Gelöster organischer Kohlenstoff	TOC	= Gesamter organischer Kohlenstoff
DVGW	= Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau	WGK	= Wassergefährdungsklasse
EG	= Europäische Gemeinschaften	(X)	= Zum Teil

## 4.2 Wassergefährdende Stoffe

### 4.2.1 Allgemeine Verwaltungsvorschrift über die nähere Bestimmung wassergefährdender Stoffe

- VwV wassergefährdender Stoffe (VwVwS) - (GMBI. I S. 114 vom 9. März 1990)

Die Stoffe sind entsprechend ihrer Gefährlichkeit in folgende Wassergefährdungsklassen (WGK) eingestuft:

- WGK 0: Im allgemeinen nicht wassergefährdend  
Anzahl rund 50 Stoffe (z.B. Calciumcarbonat);
- WGK 1: schwach wassergefährdend  
Anzahl rund 250 Stoffe (z.B. Calciumnitrat);
- WGK 2: wassergefährdend  
Anzahl rund 220 Stoffe (z.B. Calciumchlorat);
- WGK 3: stark wassergefährdend  
Anzahl rund 180 Stoffe (z.B. Calciumcyanat).

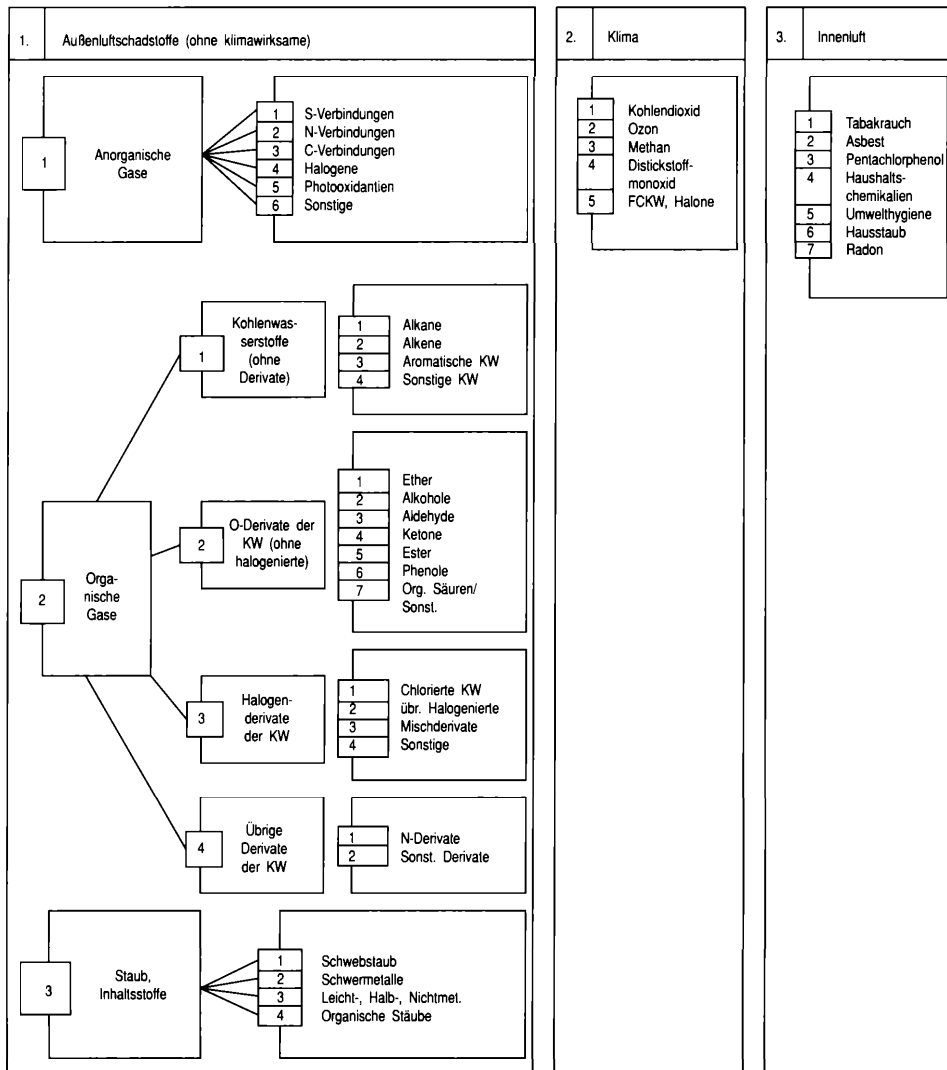
### 4.2.2 Liste der regulierten Schadstoffe (nach Abwasser VwVn und Anhängen zu § 7a WHG)

Dort werden 12 Summenparameter bzw. Indexwerte sowie 31 Schadstoffe mit der entsprechenden Abwasser VwV aufgelistet.



# Klassifikation 5: Luftbelastungen

## Schematische Darstellung



Abkürzungen: C = Kohlenstoff, - FCKW = Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe, - KW = Kohlenwasserstoffe, - N = Stickstoff, - O = Sauerstoff, - S = Schwefel.

**1 Außenluftschadstoffe (ohne klimawirksame)**  
**1.1 Anorganische Gase**

1	Schadstoff	Relevanz		Bemerkungen
		Emission	Immission	
2	3	4	5	
1.1.1	S-Verbindungen			klassische Schadstoffe Gesundheit, saurer Regen
1.1.1.1	Schwefeldioxid	X	X	
1.1.1.2	Schwefeltrioxid			
1.1.1.3	Schwefelwasserstoff	(X)	(X)	
1.1.2	N-Verbindungen			klassische Schadstoffe Vorläufer der Oxidantien, saurer Regen, Gesundheit
1.1.2.1	Stickstoffmonoxid	X	X	
1.1.2.2	Stickstoffdioxid			
1.1.2.3	Ammoniak	X	X	
1.1.3	C-Verbindungen			Sauerstoffverdrängend (Hämoglobin)
1.1.3.1	Kohlenmonoxid	X	X	
1.1.4	Halogene			
1.1.4.1	Chlor			
1.1.4.1.1	Chlor, gasf. / Verbindungen	(X)	(X)	
1.1.4.1.2	Chlorwasserstoff	(X)	(X)	
1.1.4.1.3	Chlorcyan	(X)	(X)	
1.1.4.2	Fluor			
1.1.4.2.1	Fluor, gasf. / Verbindungen	X	X	
1.1.4.2.2	Fluorwasserstoff	X	X	
1.1.5	Photooxidantien		X	„sekundäre“ Schadstoffe
1.1.5.1	Ozon		X	
1.1.5.2	Peroxiacetylnitrat (PAN)		X	
1.1.5.3	saure Aerosole, feucht		X	(siehe auch 1.3.3.16)
1.1.6	Sonstige			
1.1.6.1	Phosphorwasserstoff	X		
1.1.6.3	Arsenwasserstoff	X		
1.1.6.3	Cyanwasserstoff	X		
1.1.6.4	Phosgen	X		

1 Außenluftschadstoffe (ohne klimawirksame)  
 1.2 Organische Gase  
 1.2.1 Kohlenwasserstoffe (ohne Derivate)

1	Schadstoff 2	Relevanz		Bemerkungen 5
		Emission 3	Immission 4	
1.2.1.1 1.2.1.1.1	Alkane Methan	(X)		Treibhauseffekt (siehe 2., S. 143)
1.2.1.1.2	Sonstige			
1.2.1.2 1.2.1.2.1 1.2.1.2.2	Alkene Butene Sonstige			
1.2.1.3 1.2.1.3.1 1.2.1.3.2 1.2.1.3.3 1.2.1.3.4 1.2.1.3.5 1.2.1.3.6 1.2.1.3.7 1.2.1.3.8	Aromatische KW Benzol Toluol Xylol Naphtalin Styrol Benzo(a)pyren Dibenz(a,h)anthracen Sonstige	X (X) (X) (X)  X (X) (X)	X (X) (X) (X)  X (X) (X)	(u.a. Lösemittel) Hauptemittent Verkehr    Leitsubstanz für PAH <sup>1)</sup>
1.2.1.4 1.2.1.4.1	Sonstige KW Erdödestillations- produkte			

1) PAH = Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe.

1 Außenluftschadstoffe (ohne klimawirksame)  
 1.2 Organische Gase  
 1.2.2 Sauerstoffderivate der KW (ohne halogenierte)

1	Schadstoff	Relevanz		Bemerkungen
		Emission	Immission	
1	2	3	4	5
1.2.2.1	Ether	(X)		(u.a. Lösemittel)
1.2.2.1.1	Ethylenglycolmonoethyl- ether			
1.2.2.1.2	Ethylenglycolmonobuthyl- ether			
1.2.2.1.3	Sonstige			
1.2.2.2	Alkohole	(X)		(u.a. Lösemittel)
1.2.2.2.1	Methanol			
1.2.2.2.2	Ethanol			
1.2.2.2.3	(i-)Propanol			
1.2.2.2.4	(i-)Butanol			
1.2.2.2.5	Benzylalkohol			
1.2.2.2.6	Sonstige			
1.2.2.3	Aldehyde	(X)		
1.2.2.3.1	Formaldehyd (Formalin)	(X)		
1.2.2.3.2	Furfurol			
1.2.2.3.3	Sonstige			
1.2.2.4	Ketone	(X)		(u.a. Lösemittel)
1.2.2.4.1	Aceton			
1.2.2.4.2	Butanon-2			
1.2.2.4.3	2-Methylpentanon-4			
1.2.2.4.4	Cyclohexanon			
1.2.2.4.5	Methylisoaminketon			
1.2.2.4.6	Isophoron			
1.2.2.4.7	Sonstige			
1.2.2.5	Ester	(X)		(u.a. Lösemittel)
1.2.2.5.1	Essigsäureethylester			
1.2.2.5.2	Essigsäurebutylester			
1.2.2.5.3	Ethyglykolmonoacetat			
1.2.2.5.4	Sonstige			
1.2.2.6	Phenole	X	X	
1.2.2.6.1	Xylenol			
1.2.2.6.2	Kresol			
1.2.2.6.3	Sonstige			
1.2.2.7	Organische Säuren und Sonstige			

# 1 Außenluftschadstoffe (ohne klimawirksame)

## 1.2 Organische Gase

### 1.2.3 Halogenderivate der Kohlenwasserstoffe (KW)

1	Schadstoff	Relevanz		Bemerkungen
		Emission	Immission	
2	3	4	5	
1.2.3.1	Chlorierte KW	X		Vor allem halogenierte Lösemittel
1.2.3.1.1	Dichlormethan			
1.2.3.1.2	Trichlormethan			
1.2.3.1.3	Dichlorethan			
1.2.3.1.4	Trichlorethen (Tri)	X		
1.2.3.1.5	Dichlorbenzidin			
1.2.3.1.6	Tetrachlorethen (PER)	X	X	(Chem. Reinigung)
1.2.3.1.7	Pentachlorphenol (PCP)	X	X	(siehe auch 3, S. 143)
1.2.3.1.8	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	(X)	(X)	Produktion eingestellt
1.2.3.1.9	Vinylchlorid			
1.2.3.1.10	Epichlorhydrin			
1.2.3.1.10	Chlorbenzole			
1.2.3.2	Übrige Halogene			
1.2.3.2.1	Dibromethan			
1.2.3.3	Mischderivate			(siehe auch 2.5, „Klimawirksame Spurengase“: FCKW, Halone, S.143)
1.2.3.3.1	Dichloridfluormethan	X		
1.2.3.3.2	Trichlorfluormethan	X		
1.2.3.3.3	Andere	X		
1.2.3.4	Sonstige			
1.2.3.4.1	Dioxine	X	X	Müllverbrennung
1.2.3.4.2	Furane	X	X	Müllverbrennung

### 1.2.4 Übrige Derivate der Kohlenwasserstoffe (KW)

1.2.4.1	Stickstoffderivate			
1.2.4.1.1	Acrylnitril			
1.2.4.1.2	Sonstige			
1.2.4.2	Sonstige Derivate			
1.2.4.2.1	Mercaptane	(X)		Geruch
1.2.4.2.2	Sonstige			

# 1 Außenluftschadstoffe (ohne klimawirksame)

## 1.3 Staub, Staubinhaltsstoffe

### 1.3.1 Schwebstaub

### 1.3.2 Schwermetalle

1	Schadstoff	Relevanz		Bemerkungen
		Emission	Immission	
2	3	4	5	
1.3.1	Schwebstaub	X	X	häufiger Summenparameter
1.3.2	Schwermetalle	X	X	
1.3.2.1	Blei	X	X	häufige Meßkomponente
1.3.2.2	Cadmium	X	X	häufige Meßkomponente
1.3.2.3	Quecksilber	(X)	(X)	vereinzelte Messungen
1.3.2.4	Thallium	(X)	(X)	Immissionswert TA-Luft
1.3.2.5	Antimon	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.2.6	Beryllium	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.2.7	Brom	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.2.8	Chrom	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.2.9	Eisen(oxide)	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.2.10	Kupfer	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.2.11	Mangan	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.2.12	Nickel	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.2.13	Palladium	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.2.14	Platin	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.2.15	Rhodium	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.2.16	Vanadium	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.2.17	Zink	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.2.18	Zinn	(X)		vereinzelte Messungen

### 1.3.3 Leicht-, Halb-, Nichtmetalle und -verbindungen

#### 1.3.4 Organische Stäube

1.3.3.1	Arsen	X	X	vereinzelte Messungen
1.3.3.2	Aluminium	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.3.3	Magnesium	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.3.4	Cobalt	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.3.5	Selen	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.3.6	Tellur	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.3.7	Barium	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.3.8	Natrium	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.3.9	Calcium	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.3.10	Silicium	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.3.11	Chlor (staubf.)	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.3.12	Fluor (staubf.)	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.3.13	Phosphor	(X)		vereinzelte Messungen
1.3.3.14	Asbest	X	X	„Altlast“ (siehe auch S. 143)
1.3.3.15	Cyanide	(X)	(X)	vereinzelte Messungen
1.3.3.16	Saure Aerosole, trocken		X	sekundäre Schadstoffe (siehe auch 1.1.5.3)
1.3.4	Organische Stäube			
1.3.4.1	Futtermittel-/Ge- treidestäube	X		
1.3.4.2	Allergene Stäube		X	z.B. Pollen

## 2 Klimawirksame Außenluftschadstoffe

1	Schadstoff	Relevanz		Bemerkungen
		Emission	Immission <sup>1)</sup>	
2	3	4	5	
2.1	Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	X	X	Treibhauseffekt
2.2	Ozon (O <sub>3</sub> )	-	X	Leitsubstanz Photooxidantien, klassischer „sekundärer“ Schadstoff (siehe auch 1, S. 138)
2.3	Methan	(X)	X	Treibhauseffekt
2.4	Distickstoffmonoxid	(X)	X	Treibhauseffekt
2.5	FCKW, Halone	X	X	Ozonschicht, Treibhauseffekt

1) Atmosphärische Konzentration.

## 3 Innenluftbelastung

1	Schadstoff	Relevanz		Bemerkungen
		Emission	Immission	
2	3	4	5	
3.1	Tabakrauch		X	
3.2	Asbest	(X)	X	Kanzerogen
3.3	Pentachlorphenol	(X)	X	(Holzschutzmittel, Produktion eingestellt)
3.4	„Haushaltschemikalien“	(X)	(X)	u.a. Allergene Stoffe
3.5	„Umwelthygiene“ (Klimaanlagen etc.)	(X)	(X)	Verteilung von Krankheitserregern (Grippe etc.)
3.6	Hausstaub	(X)	(X)	Allergene Wirkung

## Klassifikation 7: Lärmbelastungen und Erschütterungen

1	Belastung	Relevanz		Bemerkungen
		Emission	Immission	
1	2	3	4	5
1	Lärm	X	X	z.T. Lärmkarten, Lärmkataster, Beschwerdekataster
1.1	Verkehrslärm			meist permanente Lärmbelästigung; zum größten Teil von PKW verursacht
1.1.1	Straße			
1.1.1.1	Außerortsstraßen			meist kurzfristige Belästigung mit hohen Lärmspitzen
1.1.1.1.1	Bundesautobahn			
1.1.1.1.2	Bundesstraße			
1.1.1.1.3	Land-, Kreis-, Gemein- destraßen/-wege			
1.1.1.1.4	Umgehungsstraße			
1.1.1.1.5	Ausfallstraße			
1.1.1.2	Innerortsstraße			
1.1.1.2.1	Durchgangsstraße			
1.1.1.2.2	Verkehrsstraße			
1.1.1.2.3	Anliegerstraße			
1.1.1.2.4	Verkehrsberuhigte Zone			
1.1.1.3	Hauptemittenten			
1.1.1.3.1	PKW			
1.1.1.3.2	Leichte LKW			
1.1.1.3.3	Schwere LKW			
1.1.1.3.4	Motorräder/Mopeds			
1.1.2	Schiene			
1.1.2.1	Bahnhofsärm			
1.1.2.2	Schiennennetz			
1.1.3	Flugzeuge (militärisch/ zivil)			
1.1.3.1	Verkehrsflugplätze			
1.1.3.2	Hauptflugstrecken			
1.1.3.3	Tiefflug/Überschall			
1.1.3.4	Hobbyfliegerei			
1.1.4	Schiffsverkehr			
1.1.4.1	Hafenanlagen			
1.1.4.2	Wasserstraßen			
1.2	Industrie/Gewerbelärm			Immissionsrichtwerte (TA Lärm)
	in Gebieten mit ...			
1.2.1	nur gewerbl. Anlagen			Tag 70 Nacht 70
1.2.2	vorwiegend gewerbl. Anl.			65 50
1.2.3	gewerbl. Anlagen und Wohnungen			60 45
1.2.4	vorwiegend Wohnungen			55 40
1.2.5	nur Wohnungen			50 35
1.2.6	Krankenhäuser, Kurgebiete			45 35
1.2.7	baulich verb. Wohnungen			40 30



1	Belastung 2	Relevanz		Bemerkungen 5
		Emission 3	Immission 4	
1.3	Baulärm			teilweise hohe Lärmbelästigung durch unterschiedlichste Baumaschinen und -geräte (z.B. Preßluft- hammer, Kräne, Bagger, Radlager usw.)
1.3.1	Maschinenantrieb			
1.3.2	Arbeitsvorgang			
1.3.3	Materialtransport			
1.4	Lärm am Arbeitsplatz			Lärmpegel lt. Arbeitsstätten- Verordnung dB (A)
1.4.1	Lärmbelästigung bei... überwiegend geistiger Tätigkeit			55
1.4.2	mechanischer Bürotätig- keit			70
1.4.3	sonstiger Tätigkeit			85
1.5	Wohnlärm			
1.5.1	Verhalten von Personen			z.B. Türschlagen
1.5.2	(Haus-)Geräte			z.B. Stereoanlage
1.5.3	sonstiger Wohnlärm			z.B. Hundelärm
1.6	Freizeitlärm			
1.6.1	Stationäre Lärmquellen			Gaststätten, Schießanlagen, Stadien
1.6.2	Mobile Lärmquellen			Rasenmäher
1.7	Nachtlärm			z.B. Diskotheken
2	<b>Erschütterung</b>	(X)	(X)	
2.1	Verkehr			
2.1.1	Straße			Lkw-Vorbeifahrt
2.1.2	Flugzeuge			Überschallknall
2.1.3	Schiene			
2.1.4	Schiffsverkehr			
2.2	Bauwesen			Schiffsdiesel
2.3	Industrie			Rammen

## Klassifikation 9: Abfall

### Abfallartenkatalog für die Statistik der Abfallbeseitigung im Produzierenden Gewerbe und in den Krankenhäusern

Die Abfallstatistik erfaßt in der Erhebung von 1990 in Anlehnung an die Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 482 Abfallarten. Hier eine Übersicht über die Obergruppen, Gruppen und Untergruppen:

#### Übersicht über die Obergruppen, Gruppen und Untergruppen

1	<b>Abfälle pflanzlichen und tierischen Ursprungs sowie von Veredelungsprodukten</b>	527	Konzentrate
11	Nahrungs- und Genußmittelabfälle	53	Abfälle von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln sowie von pharmazeutischen Erzeugnissen
114	Abfälle aus der Genußmittelproduktion		
12	Abfälle aus der Produktion pflanzlicher und tierischer Fetterzeugnisse	531	Abfälle von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln
121	Produktion pflanzlicher und tierischer Öle	533	Abfälle von Körperpflegemitteln
123	Abfälle aus der Produktion pflanzlicher und tierischer Fette und Wachse	535	Abfälle von pharmazeutischen Erzeugnissen
125	Emulsionen und Gemische mit pflanzlichen Fettprodukten	54	Abfälle von Mineralöl und Kohleveredelungsprodukten
13	Abfälle aus Tierhaltung und Schlachtung		
137	Tierische Fäkalien aus Massentierhaltungen	541	Mineralöle und synthetische Öle
14	Häute- und Lederabfälle	542	Fette und Wachse aus Mineralöl
144	Abfälle aus Gerbereien	544	Emulsionen und Gemische von Mineralölprodukten
17	Holzabfälle	547	Mineralölschlämme
172	Holzabfälle aus der Anwendung	548	Rückstände aus Mineralölraffination
18	Zellulose-, Papier- und Pappeabfälle	549	Abfälle aus der Erdölverarbeitung und Kohleveredelung
187	Papier- und Pappeabfälle		
3	<b>Abfälle mineralischen Ursprungs sowie von Veredelungsprodukten</b>		
31	Abfälle mineralischen Ursprungs (ohne Metallabfälle)	55	Organische Lösemittel, Farben, Lacke, Klebstoffe, Kitte und Harze
311	Ofenausbrüche, Hütten- und Gießereischutt		
312	Metallurgische Schlacken, Krätzen und Stäube	552	Halogenierte organische Lösemittel und Lösemittelgemische, andere Flüssigkeiten mit halogenierten organischen Verbindungen
313	Aschen, Schlacken und Stäube aus der Verbrennung	553	Organische Lösemittel und andere organische Flüssigkeiten, frei von halogenierten organischen Verbindungen
314	Sonstige feste mineralische Abfälle	554	Lösemittelhaltige Schlämme und Betriebsmittel
316	Mineralische Schlämme	555	Anstrichmittel
35	Metallhaltige Abfälle	559	Klebstoffe, Kitte, nicht ausgehärtete Harze
351	Eisen- und Stahlabfälle		
353	NE-Metallhaltige Abfälle		
355	Metallschlämme		
39	Andere Abfälle mineralischen Ursprungs sowie von Veredelungsprodukten	57	Kunststoff- und Gummiabfälle
399	Sonstige Abfälle mineralischen Ursprungs sowie von Veredelungsprodukten	571	Sonstige ausgehärtete Kunststoffabfälle
		572	Nicht ausgehärtete Kunststoffabfälle, -Formmassen und -Komponenten
		573	Kunststoffschlämme- und -emulsionen
5	<b>Abfälle aus Umwandlungs- und Syntheseprozessen (einschl. Textilabfällen)</b>	577	Gummischlämme und -emulsionen
51	Oxide, Hydroxide, Salze	578	Shredderrückstände
511	Galvanikschlämme, Metallhydroxidschlämme		
513	Sonstige Oxide und Hydroxide	58	Textilabfälle
515	Salze	581	Abfälle aus der Textilherstellung und -verarbeitung
52	Säuren, Laugen und Konzentrate	582	Textilien, verunreinigt
521	Säuren, anorganisch		
522	Organische Säuren	59	Andere Abfälle chemischer Umwandlungs- und Syntheseprodukte
524	Laugen		

## Übersicht über die Obergruppen, Gruppen und Untergruppen

591	Explosivstoffe	948	Schlämme aus industrieller Abwasserreinigung
593	Laborabfälle und Chemikalienreste		
594	Detergentien- und Waschmittelabfälle	95	Flüssige Abfälle aus Behandlungs- und Beseitigungsanlagen
595	Katalysatoren		
596	Vorgemischte Abfälle für Abfallentsorgungsanlagen	953	Deponiesickerwässer
597	Destillationsrückstände	954	Flüssige Abfälle aus der thermischen Abfallbehandlung und aus Feuerungsanlagen
598	Gefäßte Gase		
599	Sonstige Abfälle aus Umwandlungs- und Syntheseprozessen	97	Krankenhauspezifische Abfälle
9	<b>Siedlungsabfälle (einschl. ähnlicher Gewerbeabfälle)</b>	971	Krankenhauspezifische Abfälle
94	Abfälle aus Wasseraufbereitung, Abwasserreinigung und Gewässerunterhaltung		

## Klassifikation 10: Verbleib und Entsorgung von Schadstoffen

### 1 Abfall

- 1.1 Sammelstellen und Zwischenlager
  - 1.1.1 Sammelstellen, Müllumladestationen
  - 1.1.2 Zwischenlager
- 1.2 Sortieranlagen (siehe auch Nrn. 1.3 und 1.4)
- 1.3 Behandlungsanlagen
  - 1.3.1 Chemisch-physikalische Behandlungsanlagen
    - 1.3.1.1 Organischer Behandlungsstrang
    - 1.3.1.2 Anorganischer Behandlungsstrang
  - 1.3.2 Thermische Behandlungsanlagen
    - 1.3.2.1 Hausmüllverbrennungsanlagen
    - 1.3.2.2 Feuerungsanlagen, in denen regelmäßig auch Abfälle entsorgt werden
    - 1.3.2.3 Sonderabfallverbrennungsanlagen
    - 1.3.2.4 Spezialverbrennungsanlagen
    - 1.3.2.5 Pyrolyseanlagen
  - 1.3.3 Deponien
    - 1.3.3.1 Deponien für Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle
    - 1.3.3.2 Bauschutt-, Bodenaushubdeponien
    - 1.3.3.3 Monodeponien
    - 1.3.3.4 Sonderabfalldeponien
    - 1.3.3.5 Untertagedeponien
  - 1.3.4 Sonstige Behandlungs- und Verwertungsanlagen
    - 1.3.4.1 Verklappung auf hoher See
    - 1.3.4.2 Landespflegerische Verfüllungen
    - 1.3.4.3 Kompostierungsanlagen
    - 1.3.4.4 Shredderanlagen
    - 1.3.4.5 Sonstige Verfahren
- 1.4 Ungeordnete Ablagerung (siehe auch unter „2 Altlasten“)

### 2 Altlasten

- 2.1 Altablagerungen
  - 2.1.1 Verlassene und stillgelegte Ablagerungsplätze
  - 2.1.2 Stillgelegte Aufhaldungen und Verfüllungen mit Produktionsrückständen
  - 2.1.3 Illegale Ablagerungen aus der Vergangenheit
- 2.2 Altstandorte
  - 2.2.1 Grundstücke stillgelegter Anlagen mit Nebeneinrichtungen
  - 2.2.2 Nicht mehr verwendete Leitungs- und Kanalsysteme
  - 2.2.3 Sonstige Betriebsflächen und Grundstücke
- 2.3 Schutz- und Beschränkungsauflagen
  - 2.3.1 Nutzungseinschränkungen
  - 2.3.2 Evakuierung
  - 2.3.3 Sicherung vor Zutritt
  - 2.3.4 Kellerbelüftung
  - 2.3.5 Zwischenlagerung ausgetretener Stoffe
  - 2.3.6 Überwachung
- 2.4 Sicherungsmaßnahmen zur Unterbrechung der Kontaminationswege
  - 2.4.1 Passive hydraulische und pneumatische Maßnahmen
  - 2.4.2 Einkapselungsmaßnahmen
  - 2.4.3 Immobilisierung

- 2.5 Maßnahmen zur Dekontamination
- 2.5.1 Aktive hydraulische und pneumatische Maßnahmen
- 2.5.2 Chemisch-physikalische Behandlung
- 2.5.3 Biologische Verfahren
- 2.5.4 Thermische Behandlung (Verbrennung, Schwelung)
- 2.6 Umlagerung
- 2.6.1 Ausräumung (Auskofferung)
- 2.6.2 Umlagerung auf Deponien

### **3 Abwasser**

- 3.1 Anschluß direkt an Vorfluter
- 3.2 Abwasserreinigungsanlagen
- 3.2.1 Mechanisch wirkende Anlagen (ohne biologische Reinigung)
- 3.2.2 Chemisch-physikalische Behandlungsanlagen
- 3.2.3 Biologische Anlagen ohne weitergehende Behandlung
- 3.2.4 Biologische Anlagen mit weitergehender Behandlung
- 3.2.4.1 Fällungsbehandlung zur Phosphatreduktion
- 3.2.4.2 Fällungsbehandlung aus sonstigen Gründen
- 3.2.4.3 Filtration
- 3.2.4.4 Nitrifikation
- 3.2.4.5 Nitrifikation in Verbindung mit Denitrifikation
- 3.2.4.6 Sonstige weitergehende Behandlung
- 3.2.5 Sonstige Anlagen, z.B. Verregnungs- und Verrieselungsanlagen in der Landwirtschaft

## Klassifikation 11: Forschung und Maßnahmen für den Umweltschutz

### 11.1 Forschung und Maßnahmen für die Umwelt (nach Umfang und Effizienzkriterien)

1. Maßnahmen zur Verminderung von Emissionen
  - 1.1 Boden
  - 1.2 Wasser, Abwasser (Anlagen und prozessbezogene Maßnahmen)
  - 1.3 Luft (Anlagen- und prozessbezogene Maßnahmen)
  - 1.4 Lärm
  - 1.5 Strahlung
  - 1.6 Sonstige
  
2. Maßnahmen zur Verminderung von Immissionen
  - 2.1 Boden (Sanierungsmaßnahmen)
  - 2.2 Wasser, Abwasser (Sanierungsmaßnahmen)
  - 2.3 Luft, Lärm (z.B. gebietsbezogene Maßnahmen, „passiver“ Lärmschutz)
  - 2.4 Sonstige
  
3. Maßnahmen zum Schutz von Ökosystemen
  - 3.1 Artenschutz
  - 3.2 Biotopschutz (groß- und kleinräumige Schutzgebiete)
  
4. Forschung und Maßnahmen zur Schonung abiotischer Ressourcen
  - 4.1 Ressourcenexploration (geologische Vorräte)
  - 4.2 Steigerung der Ressourcenausbeute
  - 4.3 Ressourcensubstitution
  - 4.4 Ressourcenrecycling

### 11.2 Umweltschutzmaßnahmen als Instrumente der Umweltpolitik

1. Nicht-fiskalische Instrumente
  - 1.1 Auflagen (Ge- und Verbote)
  - 1.2 Umweltplanerische Instrumente (z.B. Umweltverträglichkeitsprüfung)
  - 1.3 Änderungen der rechtlichen umweltbedeutsamen Rahmenbedingungen (z.B. Verschärfung der Umwelthaftung)
  - 1.4 Benutzervorteile (z.B. Landevorteile für lärmarme Flugzeuge)
  - 1.5 Kooperationslösungen (Branchenabkommen, Verbandslösungen)
  - 1.6 Zwangsfreie nicht-fiskalische Instrumente (Umweltengel u. a.)
  
2. Umweltpolitische Instrumente mit öffentlichen Ausgaben
  - 2.1 Umweltverbessernde Aktionen öffentlich-rechtlicher Institutionen
    - 2.1.1 Direkter öffentlicher Umweltschutz
      - Gebühren- und Beitragsfinanzierung
      - Steuerfinanzierung
    - 2.1.2 Finanzierung sonstiger umweltverbessernder Maßnahmen (z.B. Fernwärmeausbau)
    - 2.1.3 Umweltbewußte staatliche Beschaffungspolitik
  - 2.2 Induzierung umweltverbessernder privatwirtschaftlicher Aktivitäten
    - 2.2.1 Umweltschutzsubventionen
    - 2.2.2 Umweltrelevante Forschungs- und Entwicklungsförderung
  - 2.3 Finanzierung des institutionellen Umweltschutzes

- 2.3.1 Umweltadministration
- 2.3.2 Förderung umweltrelevanter Personen und Organisationen
  - Umweltberatung
  - Umweltverbände
  
- 3      Umweltpolitik mit öffentlichen Einnahmen
  - 3.1     Umweltlizenzen
  - 3.2     Umweltabgaben
  
- 4      „Marktorientierte“ Instrumente (nicht überschneidungsfrei zu Ziffern 1 bis 3)
  - 4.1     Steigerung des Umweltbewußtseins
  - 4.2     Umweltschutzvereinbarungen
  - 4.3     Aktivierung des Gewinninteresses der Unternehmen
  - 4.4     Verschärfte Umwelthaftung

## Klassifikation 12: Extrembelastungen

- 1 **Vorwiegend auf natürliche Einflüsse zurückgehend**
- 1.1 **Witterungsbedingt**
  - Schäden durch Schädlingsbefall (Borkenkäfer)
  - Vegetationsschäden (Trockenschäden, Frostschäden, Wachstumseinbußen)
  - Ernteschäden und Ausfälle bei Trockenheit, Nässe oder Frost
  - Wassermangel
  - erhöhte Gewässerbelastungen bei Niedrigwasser
  - Überschwemmungen von landwirtschaftlichen Flächen und Siedlungsflächen
  - Erosion
  - Sturm, Hagel, Gewitter und Brandschäden (Sach- und Personenschäden)
  - Umweltbelastungen durch witterungsbedingte Verkehrsunfälle (z.B. Schiffshavarien, Massenkollisionen bei Nebel etc.)
- 1.2 **Geogen**
  - Gebäude- und Infrastrukturschäden durch Erdbeben/Vulkanausbruch
  - Schädigungen von Pflanzen, Mensch und Tier durch Erdbeben/Vulkanausbruch
  - Nutzungseinschränkungen oder Ausfall von Flächen durch Erdbeben/Vulkanausbruch
  - Zerstörung von Biotopen durch Erdbeben/Vulkanausbruch
  - Überschwemmungen durch Sturmfluten (Seebeben)
  - Schäden durch Lawinen und Hangrutschungen
- 2 **Vorwiegend anthropogen verursacht**
  - Belastungen von Boden, Luft, Wasser, Lebewesen und Infrastruktur durch Störfälle/Unfälle von Anlagen
  - Vernichtung von Großökosystemen (z.B. Umkippen von Gewässern)
  - Dezimierung von Wildbeständen durch Unfälle
  - Fischsterben
  - Smoglagen und deren Folgen
  - Erhöhte Morbiditäts- und Mortalitätsraten bei Spitzenbelastungen
  - Brandschäden durch Leichtsinn oder Vorsatz
  - Schäden durch Unfälle mit Gefahrgütern



## Klassifikation 13: Störfaktoren

- 1 **Vorwiegend auf natürliche Einflüsse zurückgehend**
- 1.1 **Witterungsbedingt**
  - Hitzewelle
  - Kälteperiode
  - Dürre
  - Sintflutartige Regenfälle
  - Hagel, Gewitter
  - Stürme
  - Sturmfluten
  - Überschwemmungen (auch anthropogen bedingt)
  - Schädlingsbefall (z.B. Borkenkäfer)
  - Algenwachstum (auch anthropogen bedingt)
  - Verkehrsunfälle durch extreme Witterungseinflüsse z.B. Schiffshavarien (auch anthropogen bedingt)
- 1.2 **Geogen**
  - Vulkanausbruch
  - Erdbeben
  - Seebeben
  - Tektonische Störungen (Setzungen, Ausgleichsbewegungen)
  - Hangrutschungen, Lawinen (auch anthropogen und witterungsbedingt)
- 2 **Vorwiegend anthropogen verursacht**
  - Umweltrelevante Störfälle/Unfälle von Anlagen
  - Verkehrsunfälle mit Gefahrgütern
  - Verkehrsunfälle mit Wildtieren
  - Seuchen, Epidemien, Lebensmittelvergiftungen
  - Gefährliche Altlasten
  - Kurzzeitig hohe Lärmemissionen (Tiefflüge, Manöver)
  - Langfristig hohe Lärmemissionen (Straße, Luft, Schiene)
  - Flurschäden
  - Algenwachstum (hoher anthropogener Nährstoffeintrag)

## Klassifikation 16: Regionale Gliederungen

- 1 **Administrative Gliederungsmerkmale**
  - 1.1 Politische- und Verwaltungsgrenzen (Gemeindeteil, Gemeinde, Gemeindeverbände, Kreis, Kreisverbände, kreisfreie Städte, Stadtverband, Regierungsbezirke, Land, Bund, EG, Europa, OECD, Welt)
  - 1.2 Raumplanung (Raumordnungsprogramm, Landesentwicklungsprogramm, Raumordnungsplan, Regionalplan, Kreisentwicklungsplan, Flächennutzungsplan, Bebauungsplan)
  - 1.3 Landschaftsplanung (Landschaftsrahmenprogramm, Landschaftsprogramm, Landschaftsrahmenplan, Landschaftsplan, Grünordnungsplan, Landschaftspflegeprogramm)
  - 1.4 Schutz, Pflege und Entwicklung bestimmter Teile von Natur und Landschaft (Naturschutzgebiete, Nationalparks, Landschaftsschutzgebiete, Naturparks, Wasserschutzgebiete)
  - 1.5 Wirtschaft und Infrastruktur (Arbeitsmarktregionen, Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur)
  - 1.6 Siedlungsstrukturelle Typen
  - 1.7 Land- und Forstwirtschaftsplanung (Rahmenpläne, Verbesserung der Agrarstruktur, Flurbereinigungspläne, Wege- und Gewässerplan)
  - 1.8 Verkehrsplanung (Generalverkehrsplan, Regionalverkehrsplan, Nahverkehrsplan)
  - 1.9 Sonstige Planungen
- 2 **Nichtadministrative Gliederungsmerkmale**
  - 2.1 Rasternetze
  - 2.2 Räumliche Gliederung nach dem Potential, der Nutzung und der Belastung
    - 2.2.1 Boden (geographische Landschaftsbezeichnung, Geomorphologie, geologische Formationen, Rohstofflagerstätten, Abbauflächen für Bodenschätze, Versiegelungsgrad, Bodenabtrag, Altlasten u.a.)
    - 2.2.2 Wasser (Grundwasservorkommen, Grundwasserneubildungsgebiete, Grundwasserbeschaffenheit, Wassereinzugsgebiete, Oberflächengewässer, Seelandschaften, Überschwemmungsgebiete, Gewässergüte, Trinkwasserversorgungsgebiete, Trinkwasserbeschaffenheit u.a.)
    - 2.2.3 Pflanzen und Tiere (Vegetationsformen, Biotoptypen)

- 2.2.4 Luft und Klima (Luftströmungen, Hauptwindrichtungen, Isobaren, Temperatur, Niederschlag, Belastungsgebiete der Luftreinhaltung, Smoggebiete, Emissionskataster, Immissionskataster, Radioaktivität u.a.)
- 2.2.5 Lärm (Lärmpegel, Lärmkarten- und Lärmkataster)
- 2.2.6 Nutzung und Belastung durch die Landwirtschaft (Forst, Ackerland, Grünland, sonstige Wirtschaftsgebiete, Ackerertragsmeßzahlen, Grünlandmeßzahlen, Bodenpunktesystem, Indikator für Schlaggröße/Betriebsgröße (ha/StDB)/ Maschinenbesatz (PS/ha)/Viehbesatz (GV/ha)/Düngemittelaufwand/Pflanzenschutzmittelaufwand/Anbaustrukturen, Erosionsgefährdung u.a.)
- 2.2.7 Nutzung durch den Verkehr (Straßenverkehrsnetz, Schienenverkehrsnetz, Schiffsverkehrsnetz, Flugverkehrsnetz)
- 2.2.8 Verwendung von Rohrleitungssystemen (Energieversorgungssysteme, Wasserversorgungssysteme, Abwasserbeseitigungssysteme)
- 2.2.9 Nutzung für Abfall und -entsorgung (Einzugsbereiche von Deponien/Verbrennungsanlagen/Klärschlammabfuhrflächen u.a.)
- 2.2.10 Nutzung für Erholung (Fremdenverkehrsgebiete, Naherholungsgebiete, Feriensiedlungen u.a.)
- 2.2.11 Nutzung für Sicherheit, Verteidigung (Gebiete nach Katastrophenschutzplänen, Küstenschutzgebiete, militärische Sperrgebiete, u.a.)
- 2.2.12 Sonstige Bereiche

## Exkurs über Umweltindikatoren und Umweltindizes

In der Umweltökonomischen Gesamtrechnung wird vorgesehen, neben monetären Größen auch physikalische Größen zu sammeln. Die folgenden Ausführungen beschäftigen sich mit den Möglichkeiten der statistischen Verdichtung solcher physikalischer Einzelgrößen.

Umweltindikatoren sollen eine zusammenfassende Beurteilung von Umweltfragen erleichtern und müssen daher das Ergebnis eines mehr oder weniger ausgeprägten Konzentrationsprozesses von Umweltdaten sein. Für die Komponenten eines Satzes von Umweltindikatoren gibt es zunächst keine gemeinsame Maßeinheit, welche die gleiche Funktion erfüllen könnte wie eine monetäre Bewertung. Daher muß von naturwissenschaftlichen Maßeinheiten ausgegangen werden und erst dann kann über Beobachtung der Wirkungen und Bewertung von Schäden und Risiken eine stufenweise Zusammenfassung erfolgen.

Diese Verdichtung soll so erfolgen, daß sie unter der jeweiligen Fragestellung relevante Information aus der Fülle der Einzelfaktoren herauspräpariert. Darüber hinaus kann es zweckmäßig sein, einen Umweltindikator auf eine Vergleichszahl zu beziehen und danach als dimensionslose Zahl anzugeben. Umweltindikatoren, die durch eine solche Verdichtung gebildet werden, sollen nachfolgend als Umweltindizes bezeichnet werden.

### Typisierung von Umweltindizes

Umweltindizes sind somit eine spezielle Ausprägung von Umweltfaktoren, die sich durch leichte Handhabbarkeit und Mittelbarkeit auszeichnen.

Umweltindizes können nur dann erstellt werden, wenn die in die Berechnung eingehenden primären Daten (Messungen oder systematische Schätzungen) bezüglich der Beurteilungszeit und des Beurteilungsraums hinreichend dicht erhoben werden und ferner die absolute und relative Bedeutung einzelner Belastungskomponenten eines Umweltbereiches durch Forschung oder Konvention verbindlich festgelegt werden.

Ein Umweltindex muß wie jeder wirtschaftswissenschaftliche Index inhaltlich und formal auf die Fragestellung zugeschnitten sein, zu deren Behandlung er beitragen soll. Dadurch ergibt sich eine große Vielfalt von Indextypen. Der Sachverständigenrat für Umwelt hat in seinem Umweltgutachten 1974<sup>1)</sup> die folgenden fünf Hauptgesichtspunkte unterschieden:

- Unterscheidung nach der Stellung in der Kausalkette,
- Unterscheidung nach dem Zweck der Fragestellung,
- Unterscheidung nach Umfang und Inhalt der Aggregation,
- Unterscheidung nach der Eigenart der Indexbasis und
- Unterscheidung nach der Art der Auswertung.

Die folgenden Abschnitte gehen darauf näher ein.

---

1) Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Umweltgutachten 1974, S. 218 ff., Stuttgart/Mainz.

## **1 Unterscheidung nach der Stellung der Kausalkette**

### **1.1 Emissionsindizes**

(Mengen- oder Energieausstoß);

### **1.2 Umgebungsindizes**

- Transmissionsindizes  
(Konzentration, Massenstrom, Energiedichte);
- Immissionsindizes  
(Ausgesetztheit von Akzeptoren);

### **1.3 Wirkungsindizes**

(bewertete Symptomatik).

Emission ist in einem stark verallgemeinerten Sinne zu verstehen und bezeichnet alle stofflichen oder energetischen Produktionen, die aus der Technosphäre in die Biosphäre gelangen. Unter Transmission wird die Verteilung und gegebenenfalls Umwandlung von Stoffen und Energieformen in der Biosphäre verstanden. Die Immissionssituation kann angenähert dadurch gekennzeichnet werden, daß Transmissionskenngrößen mit der Zahl der Betroffenen (Akzeptoren) gewichtet werden. Transmissionsindizes und Immissionsindizes können als Umgebungsindizes zusammengefaßt werden. Unter Wirkung sind schließlich alle Änderungen an Ökosystemen und ihren Elementen sowie am menschlichen Sozial- und Kulturgefüge zu verstehen.

## **2 Unterscheidung nach dem Zweck**

### **2.1 Beschreibungsindizes**

(Tatbestandskennzeichnung);

### **2.2 Entscheidungsindizes**

(Maßnahmenbegründung, z.B. Smogwarnung).

Die Aufgabe eines Beschreibungsindex ist es, übersichtlich festzuhalten, wie die Umweltqualitäten oder ein umweltrelevanter Sachverhalt war, gegebenenfalls auch, eine Trendextrapolation zu ermöglichen. Ein Entscheidungsindex dagegen soll eine konkrete Entscheidung (z.B. des Gesetzgebers oder einer Genehmigungsbehörde) begründen helfen.

## **3 Unterscheidung nach Umfang und Inhalt der Aggregation**

### **3.1 nach der räumlichen Ausdehnung**

- lokal oder regional,
- national oder global;

### **3.2 nach der zeitlichen Ausdehnung**

- kurzfristig (Tag, Woche),
- langfristig (Jahreszeit, Jahr);

### **3.3 nach dem sachlichen Umfang der berücksichtigten Belastungen**

- Einzelindizes,
- Gruppenindizes,
- Totalindizes;

### **3.4 nach Verursachergruppen.**

Hier wird die auch aus der Wirtschaftsstatistik geläufige Problematik der Aggregation systematisiert. In räumlicher Hinsicht geht es dabei besonders um den Vergleich zwischen verschiedenen Städten und Ballungsräumen, Ballungsräumen und offenen Landschaften, Staaten und geographischen Großräumen. In zeitlicher Hinsicht ist neben dem langfristigen Trend der jahreszeitliche, wöchentliche und tägliche Rhythmus und seine regionale Verschiedenheit wichtig. In sachlicher Hinsicht ist zu unterscheiden zwischen Indizes, die eine einzelne Belastungskomponente zu erfassen suchen (Einzelindizes), und solchen, die mehrere Belastungskomponenten zusammenfassen. Bei aller Problematik einer solchen Zusammenfassung sind solche Gruppenindizes für einige Aufgaben unerlässlich, für andere sehr nützlich. Bei der Bildung von Gruppenindizes muß darüber hinaus entschieden werden, ob nur ein Mittelwert der Einzelindizes gesucht werden oder ob ein Maß für die Schädlichkeit der Gesamtbelastung gefunden werden soll.

## **4 Untersuchung nach der Eigenart der Indexbasis**

### **4.1 wirkungsbezogene Basis**

- weitgehende Wirkungskennnisse (z.B. maximale Arbeitsplatz-Konzentrationswerte),
- begründete Vermutungen, Hypothesen (z.B. vorläufige Richtwerte);

### **4.2 normative Basis**

- gesetzliche Standards,
- wissenschaftliche und technische Konventionen;

### **4.3 empirische Basis**

- Zustand ausgewählter Ballungsräume,
- Zustand naturnaher Ökosysteme.

Indexberechnungen bedürfen stets einer Basis; sie muß durch Konvention festgelegt werden. Die Grundlage der Konvention kann jedoch unterschiedlicher Art sein, sie wird am besten nach ihrem Informationsgehalt unterschieden. Optimal wäre eine Basis aufgrund umfassender Wirkungsinformation. Wegen der Komplexität von Synergismen, Langzeitwirkungen und Metabolismen ist dies gegenwärtig erst in wenigen Fällen möglich. In vielen Fällen ist jedoch eine teilweise Wirkungserkenntnis vorhanden.

Gesetzliche Standards werden unter Berücksichtigung des jeweils vorhandenen Kenntnisstandes und der Realisierungsmöglichkeiten festgelegt. Ein Index auf einer solchen normativen Basis sagt aus, in welchem Ausmaß gesetzliche oder fachliche Normen erfüllt bzw. verletzt sind. Dies hat jedoch den Nachteil, daß der Index bei jeder Revision der Standards einen Sprung macht, dem keine objektive Änderung der Umweltqualität entspricht.

Dieser Nachteil läßt sich beheben, wenn man eine empirische Basis wählt. Als empirische Basis für Luftbelastung käme etwa die mittlere Belastung einer oder einiger gut vermessener Regionen in einem ausgewählten Jahr in Frage. Eine Schwäche dieser Form von empirischer Basis ist es, daß sie gar nicht mehr auf die Wirkungsverhältnisse eingeht.

## **5 Unterscheidung nach der Art der Auswertung**

### **5.1 elementare Methoden der Auswertung**

- Mittelwertindizes,
- Maximalwertindizes,
- Überschreitungsindizes;

## 5.2 Auswertung unter Verwendung statistischer Methoden

- Indizes mit Berücksichtigung statistischer Toleranzen,
- Indizes auf Basis von Perzentilen,
- Indizes mittels anderer statistischer Kenngrößen.

Zur zusammenfassenden Beschreibung von gleichartigen Einzeldaten hat die elementare Statistik zwei Gruppen von Maßen entwickelt, und zwar Lokalisationsmaße und Dispersionsmaße. Diese Maße sowie ihre Verallgemeinerungen können allein aus den Einzeldaten berechnet werden und eignen sich als Beschreibungsindizes. Unterstellt man, daß die Einzeldaten Realisationen einer zugrunde liegenden statistischen Gesamtheit sind, so können mit statistischen Methoden Toleranzen für Mittelwerte und Perzentilwerte bestimmt werden. Indizes, welche neben den durch Messung gefundenen Werten auch das zugehörige Mutungsintervall für den wahren Wert, bezogen auf eine vorgegebene Irrtumswahrscheinlichkeit, enthalten, sind als Entscheidungsindizes besonders geeignet. Für die Erfassung langfristiger Belastungen oder chronischer Schäden wird ein Mittelwertindex, für die Erfassung kurzfristiger Gefahren oder akuter Schäden ein Maximalwertindex oder seltenes Perzentil geeigneter sein.