

6. Korrespondenz zwischen den Meßgrößen der Umweltgüter und einer nachhaltigen Entwicklung

Dipl. - Met. Werner Franke, Dipl. Wi.-Ing. Heinz Kottmann

1. Einbindung von Meßgrößen der Umweltgüter in das Konzept „Qualitatives Wachstum in Baden-Württemberg“

Das Konzept „Qualitatives Wachstum in Baden-Württemberg“ der Akademie für Technikfolgenabschätzung (TA) Baden-Württemberg versucht das Leitbild einer nachhaltigen Wirtschaftsweise auf regionaler Ebene zu operationalisieren.²² „Realistische Konzepte einer nachhaltigen Entwicklung müssen gezielt auf Faktoren, wie Bevölkerungsdichte, Umweltbedingungen, Bildungs- und Entwicklungsstand, Wirtschaftsstruktur und kulturelles Selbstverständnis eingehen und regional angepasste Strategien entwickeln, die sowohl ökologisch sinnvoll als auch unter den gegebenen Bedingungen politisch und ökonomisch durchsetzungsfähig sind.“²³

Nach Renn muß es letztendlich „Ziel einer nachhaltigen Entwicklung sein, die Produktivität und den immateriellen Nutzengewinn von Natur und Umwelt auf Dauer zu erhalten.“²⁴ Durch die Kombination der zwei anscheinend gegensätzlichen Forderungen nach einer weiteren wirtschaftlichen Entwicklung und einer schonenden Umwelnutzung soll der Wohlstand der gegenwärtigen wie zukünftigen Generationen gesichert werden.²⁵

Aufgrund der Komplexität der Sachverhalte ist ein Indikatorensystem notwendig, mit deren Hilfe Zustand und Veränderung der Umwelt in aggregierter und aussagefähiger Form erfaßt werden können. Indikatorensysteme zeichnen sich durch die Konzentration auf zentrale und repräsentative Kenngrößen aus. Grundlage dafür bilden die vielfältigen Umweltdaten aus der Umweltberichterstattung und der Umweltstatistik.²⁶

22 Beschreibung des Projektes in Renn (1994)

23 ebenda S. 32

24 ebenda S. 14

25 zu Wohlstandsindikatoren vgl. Dieren (1995) insbesondere S. 165 - 191

26 vgl. UM/LFU (1995), SRU (1994) S. 257-329, BMU (1992), Stat.BA (1991), UBA (1994)

Gegenstand dieses Gutachtens ist die Darstellung der wesentlichen Meßgrößen von Umweltgütern, die die ökologische Situation und damit die Umweltnutzung innerhalb einer Region beschreiben können. Das Gutachten soll sowohl zur Interdisziplinarität und zur Integration des ökologischen Sachverständigen in das ökonomisch geprägte TA-Konzept beitragen als auch die Verbindung zur Umweltberichterstattung des Landes gewährleisten.²⁷ Insbesondere jene Meßgrößen sollen miteinbezogen werden, die bereits regelmäßig erfaßt und dokumentiert werden.

Während im „Umweltgutachten 1994“ des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU) vorgeschlagen wird, die Erreichung vorgegebener Umweltqualitätsziele als Maßstab für die Indikatoren heranzuziehen und damit die Indikatoren als einen Soll-Ist-Vergleich darzustellen, ist in diesem Gutachten beabsichtigt, mit dem zu entwickelnden Indikatorensystem eine Kontrolle über die Veränderung der Wirtschaftsweise in Richtung Nachhaltigkeit zu ermöglichen. Die Beschränkung auf diese Vorgehensweise erscheint aufgrund fehlender anerkannter Umweltqualitätsziele angebracht.²⁸

2 Kriterien zur Bildung eines Umweltindikatorensystems

2.1 Anforderungen an ein Indikatorensystem

Mit der Bildung eines Umweltindikatorensystems sind die Zielvorstellungen verbunden,

- ein entscheidungsorientiertes Hilfsmittel für die Umweltpolitik und
- eine Verbesserung der Information und der Kommunikation über den Umweltzustand zu erlangen.

Vorrangige Aufgabe des Umweltindikatorensystems ist die Konkretisierung des Nachhaltigkeitsbegriffes. Die Ist-Beschreibung mittels Umweltindikatoren gewährleistet eine Aussage zum Umweltzustand. Die Ableitung von Zielgrößen der nachhaltigen Entwicklung ist im Rahmen des TA-Konzeptes nur nachgeordnet, da im Gegensatz zum Konzept des Sachverständigenrates für Umweltfragen eine Zielfindungsdiskussion erst auf der Grundlage der Ist-Situation erfolgen soll. Vielmehr soll die zeitliche Entwicklung der Umweltnutzung beobachtet werden. Die Auswahl der Umweltindikatoren soll eine repräsentative Beschreibung des Umweltzustandes gewährleisten, wobei eine Beschränkung auf wenige Leitparameter aufgrund der Übersichtlichkeit notwendig wird. Die Aggregation von Einzeldaten muß dabei ökosystemgerecht erfolgen. Dies bedeutet, daß eine Aggregation

²⁷ Autoren sind mitverantwortlich für die Erstellung der Umweltdaten 1993/94 des Landes Baden-Württemberg

²⁸ vgl. SRU (1994a) S. 16f

nicht die ökosystemaren Zusammenhänge und Wirkungsbezüge verfälschen darf. Dies erfordert eine wissenschaftliche Aufarbeitung der Daten aus der Umweltberichterstattung und der Umweltbeobachtung. Die Konzeption des regionalen Umweltindikatorensystems sollte mit den nationalen wie internationalen Konzepten kompatibel sein. Die einzelnen Umweltindikatoren sollten aus vorhandenen Datenbeständen ableitbar sein, um den Erhebungsaufwand vertretbar zu gestalten und um eine möglichst kurzfristige Umsetzung zu gewährleisten.

- Orientierung am Leitbild „Sustainable Development“
- Modellintegration und wissenschaftliche Qualität
- Umweltrelevanz, repräsentative Beschreibung des Umweltzustandes
- zeitliche Entwicklung
- notwendige, ökosystemgerechte Aggregation der Umweltdaten
- Wesentlichkeit
- Übersichtlichkeit, gute Verständlichkeit
- Transparenz
- nationale und internationale Kompatibilität
- Politikrelevanz
- Datenverfügbarkeit und Datenqualität
- vertretbarer Aufwand
- kurz-/mittelfristige Realisierbarkeit

Abbildung 1: Anforderungen an ein regionales Umweltindikatorensystem²⁹

2.2 Typisierung des Indikatorensystems

Seit einigen Jahren wird weltweit an der Entwicklung von Umweltindikatoren gearbeitet. Dabei werden die Indikatorensysteme typisiert nach den Bezugsobjekten der Indikatoren. Hauptsächlich werden folgende Ansätze unterteilt:³⁰

1. Stress-Response-Ansatz
2. Akteur-Akzeptor-Ansatz
3. Quelle-Ausbreitungs/Umwandlungs-Wirkungs-Ansatz
4. Pressure-State-Response-Ansatz.

²⁹ vgl. Walz (1994) S. 3-8; SRU (1994a) S. 17-22, SRU (1994) S. 89-95

³⁰ vgl. Walz (1994) S. 8-13

Theoretische Grundlage des Stress-Response-Ansatzes aus Kanada ist ein kausalanalytischer Ansatz, der versucht die wichtigsten, wirtschaftlich relevanten Aktivitäten (Stress-Faktoren) mit räumlich identifizierbaren Umweltreaktionen (Response-Faktoren) zu verknüpfen. Dabei weist dieses System einige Unzulänglichkeiten auf, wie die methodische Erfassung von mehreren stofflichen Belastungen bzw. deren Zusammenwirken oder die genaue Differenzierung von Stress-Faktor und Reaktion sowie die Korrelation von spezif. Stress-Faktoren und Response-Meldungen hochprojiziert von der Mikro- in die Makroebene.³¹

Das Akteur-Akzeptor-Konzept basiert auf der Einbeziehung vom Verursacher der Umweltveränderung (dem Akteur) und dem Akzeptor, der die Umweltveränderung mittel- und langfristig erfährt. Dieses Konzept beinhaltet sechs Indikatorvarianten: Knappheitsindikatoren, Denaturierungsindikatoren, unmittelbare stoffliche Belastungs-Indikatoren, mediale Belastungs-Indikatoren, Akkumulations-, Wirkungs- und Risikoindikatoren sowie sozio-kulturelle Indikatoren. Die Konkretisierung von Verknüpfungsregeln zwischen Akzeptoren und Indikatoren und deren Bewertung befindet sich noch in der Erforschung. Die sachliche wie räumliche Aggregation führt zu entsprechenden Informationsverlusten.³²

Das vom Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) konzipierte Indikatorensystem unterteilt die Indikatoren nach Quellen, nach Ausbreitung und Umwandlung sowie nach Wirkung auf Schutzgüter. Hierbei kommt der Wirkungsseite eine besondere Bedeutung zu. Allerdings ist sich der SRU auch darüber bewußt, daß dieses idealtypische Vorgehen mit erheblichen Wissensdefiziten verbunden ist und damit nicht kurzfristig und nur mit großem Aufwand realisiert werden kann.³³

Der Pressure-State-Response-Ansatz der OECD hat das Ziel der Umweltzustandsbeschreibung mit Politikberatungsfunktion. Er ist unterteilt nach den Bereichen Belastung - Zustand - Reaktion (pressure-state-response). Der Parameter Belastung stellt die Quelle der Umweltbelastung dar, der Zustand bezieht sich auf den Belastungsbereich der Ökosysteme als Senke und die Reaktion beschreibt die umweltpolitischen Maßnahmen. Der Ansatz erscheint sehr praktikabel, da er sowohl die Beschreibung des Umweltzustandes als auch der Belastungsquellen einbezieht, ohne jedoch die höchst komplexen Wirkungszusammenhänge abbilden zu wollen. Das OECD-System stellt die Ursachen nicht in direkten Zusammenhang mit den Wirkungen, versucht aber aufgrund der Unterteilung in Belastung, Zustand und Reaktion Informationen zu den

³¹ Stat.BA (1993) S. 16-39

³² Stat.BA (1993) S.176-214

³³ SRU (1994a) S.17f; SRU (1995) S. 110-119 bzw. S. 93

Quellen, und damit auch Akteuren, und der Umweltsituation sowie zu Ansatzpunkten von Verbesserungsmaßnahmen zu geben. Die Betrachtung der Response-Indikatoren ermöglicht zudem die Beurteilung von getroffenen umweltpolitischen Maßnahmen und kann so der politischen Kontrolle dienen. Dieser Ansatz ermöglicht eine schon kurzfristige und aufwandsgünstige Umsetzung eines Indikatorensystems.³⁴

International kommt dem Pressure-State-Response-Ansatz eine besondere Bedeutung zu, denn auch die Commission for Sustainable Development (CSD), deren Einrichtung auf der Konferenz von Rio (UNCED) 1992 beschlossen wurde und die verantwortlich ist für die Umsetzung und Fortentwicklung des Aktionsprogrammes „Agenda 21“ hat diesen Ansatz, wenn auch leicht modifiziert, übernommen.³⁵ Aufgrund der nationalen und internationalen Kompatibilität und Akzeptanz sowie der weit fortgeschrittenen Vorarbeiten und der Praktikabilität des OECD-Ansatzes empfiehlt sich eine Anlehnung an dieses Konzept.

Die Zustands-Indikatoren bilden die Basis des Indikatorensystems. Der Verzicht auf Belastungs-Indikatoren sollte nicht erwogen werden. Häufig müssen diese die Zustands-Indikatoren ersetzen, da diese Indikatoren nicht immer verfügbar sind oder die Wirkungen erst mit einem großen Zeitverzug eintreten. So benötigen Treibhausgase oder ozonzerstörende Gase häufig Jahre bis sie in die Stratosphäre gelangen. Ebenso reichern sich Schadstoffe über Jahre in einem Ökosystem an, bis in diesem entsprechende Wirkungen beobachtet werden. Zudem ermöglichen Belastungs-Indikatoren einen Akteursbezug. Durch sektorale Disaggregation der Indikatoren kann eine Verbindung zu Hauptemittenten hergestellt werden.

Die Betrachtung der Response-Indikatoren ist vor allem dann erforderlich, wenn die vorhandenen umweltpolitischen Maßnahmen beurteilt werden sollen. Im Rahmen des TA-Konzeptes sollen umweltpolitische Maßnahmen allerdings erst in einer nachrangigen Phase behandelt werden. Zunächst steht die Umweltzustandsbeschreibung und damit die allgemeine Sensibilisierung für die regionalen wie auch globalen Umweltprobleme im Vordergrund. Deshalb erscheint die Beschränkung auf die Belastungs- und Zustandsbeschreibung zunächst ratsam. Der Verzicht auf die Betrachtung der Response-Indikatoren soll zur größeren Akzeptanz bei den umweltnutzenden Akteuren führen. Erst in einer darauffolgenden Phase sollen im Zusammenspiel mit den anderen Akteuren umweltpolitische Maßnahmen erwogen werden. Dies bedingt eine Ausweitung der akteursbezogenen Umwelthandlungsfelder. Allerdings sollte die Möglichkeit der Erweiterung um Response-Indikatoren in einer späteren Projektphase möglich sein. Auf

34 vgl. Walz (1995) S. 30-34, SRU (1994) S. 96-98

35 vgl. Walz (1995) S. 8-14

Dauer wird wahrscheinlich eine Beschreibung und Beurteilung einer nachhaltigen Entwicklung ohne direkte Maßnahmenkontrolle nicht auskommen.

2.3 Einteilung der Umweltbereiche

Die Darstellung des Umweltzustandes orientiert sich an den Umweltproblemen und an den umweltpolitischen Zielen. Die umweltpolitischen Ziele können aus dem Leitbild des „Sustainable Development“ abgeleitet werden und betreffen vor allem

- die Ressourcenschonung,
- den Erhalt der ökologischen Tragekapazität und
- den Schutz der menschlichen Gesundheit.³⁶

Die Indikatorenansätze unterscheiden in verschiedene Umweltbereiche. Auch bei der Einteilung der Umweltbereiche erscheint der OECD-Ansatz vielversprechend zu sein. Dieser unterteilt die Umweltbereiche in 11 Umweltkategorien und einem generellen Indikatorenbereich. Während die ersten Indikatoren sich eher auf die ökologische Tragekapazität beziehen, richten sich die Bereiche Wasser, Wald, Fisch und Boden auf die Ressourcenschonung. Der Bereich „städtische Umweltqualität“ orientiert sich auf den Schutz der menschlichen Gesundheit. Letztere Leitlinie wird aber nur unter nachgeordneten Aspekten berücksichtigt. In den generellen Indikatoren wird versucht eine Darstellung der wirtschaftlichen Gegebenheiten mit einzubeziehen.³⁷

³⁶ vgl. SRU (1994a) S. 16f

³⁷ vgl. Walz (1995) S. 30-34

- Klimaänderung, Ozonschichtzerstörung
- Eutrophierung
- Versauerung
- Verschmutzung (Umwelttoxizität)
- Vielfalt von Arten, Landschaften und Ökosystemen
- Abfall
- Wasser
- Wald
- Fischressourcen
- Boden
- städtische Umweltqualität
- generelle Indikatoren

Abbildung 2: Umweltkategorien der OECD (Stand Ende 1994)

Die Auswahl der Kategorien erfolgte nach dem Kriterium der national vordringlich angesehenen Umweltprobleme. Diese Auswahl wurde für die OECD-Länder getroffen und ist auf die zeitliche wie regionale Relevanz zu überprüfen und anzupassen. Ratsam erscheint es, bei dieser Anpassung auf die Kompatibilität Rücksicht zu nehmen. Zur strukturierten Darstellung empfiehlt sich eine Trennung zwischen den Umweltkategorien und den generellen Indikatoren.

Bei den Umweltkategorien kann die Betrachtung der Fischbestände für Baden-Württemberg vernachlässigt werden. Eine Trennung zwischen Klimaänderung und Ozonschichtzerstörung als einzelne Indikatoren ist aufgrund unterschiedlicher Belastungsquellen und Ursachen ratsam. Während die Umweltkategorien direkt die Umweltprobleme beschreiben, sollen die generellen Indikatoren als zusätzliche Information mitgeführt werden, um Aufschluß über die ökonomischen Rahmenbedingungen des Landes bzw. der Region zu erlauben. Die generellen Indikatoren sollen auch Aufschluß über die ökonomische Infrastruktur geben (vgl. Abbildung 3).

Grundlegende Aussagen zur ökonomischen Infrastruktur beinhalten sicherlich die Wirtschaftsleistung und die Bevölkerungsentwicklung. Ebenso ist die Effizienz der Ressourcennutzung eine Beschreibung der wirtschaftlichen Infrastruktur. Auch die Betrachtung der Energieversorgung hat eine regionale Relevanz. Die Nutzung von Energie und Rohstoffen haben mittelbar großen Einfluß auf Umweltschäden und -belastungen.

Auch die Berücksichtigung der Mobilität, als Hauptverursacher für viele Umweltbelastungen, ist im OECD-Ansatz vorgesehen. Ebenso ist die urbane Umweltqualität im OECD-Indikatorensystem aufgeführt. Für Nachhaltigkeitsindikatoren sind allerdings kurzfristige Erscheinungen wie Lärm oder Smog keine Umweltprobleme von langfristiger Bedeutung. Allerdings haben die städtischen Siedlungsstrukturen und die Stadtplanung großen Einfluß auf die langfristige Etablierung dieser kurzfristigen lokalen Umweltprobleme. Deshalb wird im folgenden die städtische Siedlungsstruktur als Infrastrukturbeschreibung in den generellen Indikatoren aufgeführt. Zusätzlich sollte der Bereich Umweltrisiken eingeführt werden, der Abschätzungen für Gefahren aus Technologien (wie Kernenergie, Gentechnik oder Hormonbehandlungen) ermöglicht.

- Künstlicher Kapitalstock als volkswirtschaftliche Größe,
- Bevölkerungsentwicklung als maßgebende Größe für das Wirtschaftspotential,
- Ressourcen(-effizienz) und
- Energieeinsatz zur Beschreibung der wirtschaftlichen Infrastruktur,
- Mobilität als Hauptursache einiger Luftemissionen,
- Städtische Siedlungsstrukturen, die ausschlaggebend sind für Lärm und Smog,
- Umweltrisiken zur Darstellung der radioaktiven, gentechnischen, hormonellen Gefahren.

Abbildung 3: Generelle Indikatoren

Aufbauend auf die abgeleitete Einteilung in Umweltkategorien und generelle Indikatoren soll weiterhin das Indikatorensystem der OECD Ausgangspunkt dieses Gutachtens sein. Eine kritische Würdigung der vorgeschlagenen Meßgrößen soll zu einem Umweltindikatorensystem führen, das sowohl in das Konzept der TA integriert werden kann, als auch in der Lage ist, die Umweltprobleme in Baden-Württemberg adäquat darzustellen.³⁸

3 Konzeption eines Umweltindikatorensystems

Die Grundlage des Indikatorensystems bildet der „pressure-state“-Ansatz. Die Betrachtung der „response“-Seite ist für das Konzept der TA zunächst nicht erforderlich. Eine Unterscheidung in Belastungs- und Zustands-Indikatoren ist aus wissenschaftlichen Erwägungen erforderlich, aber auch vor dem Hintergrund sinnvoll, daß für die international vorgeschlagenen Indikatoren in Baden-Württemberg ausreichend Meßgrößen zur Verfügung stehen. Für die meisten Bereiche existieren langjährige Reihen, so daß Einflüsse der

³⁸ In diesem Rahmen bedanken sich die Autoren bei den Teilnehmern der Arbeitsgruppe 2 beim TA-Workshop am 10./11. Juli 1995 „Indikatoren einer nachhaltigen Entwicklung“ und insbesondere bei den Herren Dr. Rainer Walz, Dr. Eberhard K. Seifert, Dr. Johann Köppel und Dr. Wolf Zitzmann für die sehr interessanten Diskussionen und Beiträge, die zu den Ergebnissen dieses Gutachtens beigetragen haben.

Wirtschaftsweise und von politischen Maßnahmen bereits an einzelnen Stellen deutlich werden.

Im folgenden werden die einzelnen Umweltindikatoren aus den internationalen Ansätzen untersucht und nach Umweltkategorien dargestellt. Dabei gilt es, sich auf die wichtigsten Meßgrößen zu konzentrieren und langfristige Entwicklungen zu verfolgen, da die Betrachtung der Lebensbedingungen der zukünftigen Generationen im Mittelpunkt steht.

3.1 Indikatoren nach Umweltkategorien

Klimaänderung:

Die Emissionen der Treibhausgase CO₂, CH₄, N₂O, FCKW und troposphärisches Ozon erlauben Rückschlüsse auf mögliche globale Klimaveränderungen. Die Betrachtung der Emissionen von CO₂ allein erscheint vor dem Hintergrund der Treibhauswirksamkeit von CH₄, N₂O und FCKW bzw. deren Ersatzstoffe nicht ausreichend. Die Emissionsdaten geben Hinweise für die Belastung und weisen damit auch auf Handlungsfelder hin, zumal damit auch ein Akteursbezug hergestellt werden kann. Beispielsweise ist die Produktion von FCKW künftig in Baden-Württemberg verboten. Allerdings weisen die Ersatzstoffe ebenso Treibhausrelevanz auf - wenn auch nicht in dem Maße. Künftig werden die FCKW-Ersatzstoffe statistisch erfaßt und sollten daher mit beachtet werden. Während die CH₄-Emissionen ausreichend verfügbar sind, liegen N₂O-Daten nur als grobe Abschätzungen für die Bundesrepublik vor.

Neben den Belastungs-Indikatoren sollten auch Zustands-Indikatoren in das Konzept aufgenommen werden. Ein eindeutiger Indikator für die Zustandsbeschreibung der Klimaänderung ist die Zeitreihenbetrachtung von Temperaturen. Dafür sind die Daten seit über 100 Jahren verfügbar. Allerdings reicht diese Meßgröße allein nicht aus, da die Wirkung des Treibhauseffektes erst mit einer langjährigen Verzögerung eintritt. Deshalb sollten als weitere Zustandsmeßgrößen Konzentrations-Größen für CO₂, CH₄, N₂O, und troposphärisches Ozon berücksichtigt werden.³⁹

Für die unterschiedlichen Parameter kann auch das Global-Warming-Potential (GWP), das die Klimarelevanz der einzelnen Stoffe auf CO₂-Äquivalente umrechnet, als Indikator verwendet werden. Bei Anwendung des GWP sollte allerdings die Berechnungsgrundlage,

³⁹ eine ausführliche Darstellung des Treibhauseffektes und der Klimaänderung befindet sich in Enquete (1991) S. 137-440, vgl. auch UM/LfU (1995) S. C10-12 und Enquete (1994) S. 272-273

ob z.B. eine Verweilzeit von 20, 100 oder 500 Jahren gewählt wurde, offengelegt und begründet werden.

Ozonschichtzerstörung:

Daten zur Ozon-Konzentration in der Stratosphäre sind als Parameter zur Zustandsbeschreibung repräsentativ und verfügbar. Dies gilt ebenso für den FCKW-Verbrauch als Belastungs-Indikator. Die Ausweisung der FCKW-Produktion dagegen erscheint überflüssig, da in Baden-Württemberg die Produktion ausläuft bzw. schon ausgelaufen ist und weltweit rückläufig ist.⁴⁰

Demgegenüber ist die Emission von N₂O ein geeigneter Belastungsparameter für die Ozonschichtzerstörung, der aber nur schwer erhebbar ist, da die natürliche N₂O-Produktion wesentlich höher ist als die anthropogen verursachten Emissionen. Daten bzw. Abschätzungen zur natürlichen Emission von N₂O sind nur rudimentär vorhanden. Hierzu besteht weiter Forschungsbedarf. Weitere Untersuchungen sollten auch zu der NO_x-Problematik als Belastungsgröße in Zusammenhang mit Flugbewegungen in der Stratosphäre erfolgen.

Als ein übergeordneter Belastungs-Indikator kann aus den Einzelindikatoren das Ozon-Depletion-Potential (ODP) berechnet werden. Auch hier muß darauf geachtet werden, daß die Berechnungsgrundsätze offengelegt werden.

Eutrophierung:

Eutrophierung, die Überdüngung von Oberflächengewässern und Meeren, wird durch natürliche oder künstliche Nährstoffanreicherungen verursacht. Indikatoren hierfür sind die Phosphor- und Nitrat-Parameter. Für Fließgewässer als Schadstofflieferant für die Meere ist der Nitrat-Gehalt die entscheidende Meßgröße. Für stehende Oberflächengewässer ist dies die Phosphor-Konzentration. Daten sowohl zum Nitrat- als auch zum Phosphor-Gehalt werden regelmäßig erhoben und liegen als Zeitreihen vor.

Auch bei den Böden kommt es unter anderem durch den atmosphärischen Eintrag von Nitrat zur Überdüngung. Dieser Eintrag ergibt sich aus Depositionsmessungen bzw. -rechnungen. Für die Belastungsbeschreibung sollten Daten zum Düngemittelverbrauch als zusätzliche Meßgröße zu den Depositionen bzw. Emissionen berücksichtigt werden.⁴¹

⁴⁰ eine ausführliche Darstellung des Ozonabbaus in der Stratosphäre befindet sich in Enquete (1991) S. 441-686, vgl. auch Enquete (1994) S. 274f

⁴¹ vgl. UM/LfU (1995) S. E 28-30, F8-10, F26-29, F50f, vgl. Enquete (1994) S. 276f

Versauerung:

SO₂- und NO_x-Emissionen und Depositionen sind geeignete Parameter für die Abschätzung einer möglichen Versauerung und liegen als langjährige Zeitreihen vor. Das Versauerungspotential hängt allerdings von der Pufferkapazität der Böden ab. Daher sind die geologischen Bedingungen ebenfalls zu berücksichtigen. Entsprechendes Kartenmaterial ist verfügbar.⁴²

Weitere säurebildende Emissionen, wie NH₃, sollen zukünftig erfaßt werden. Im Rahmen des ökologischen Wirkungskatasters sind auch Sonderuntersuchungen zur Gewässerversauerung (im Odenwald und Schwarzwald) begonnen worden. Erste Ergebnisse liegen für Baden-Württemberg vor.

Umwelttoxizität:

Für den Bereich Toxizität ist entscheidend, daß viele unterschiedliche Bereiche betrachtet werden können und müssen. Dabei ist die Angabe von Leitsubstanzen schwierig bis unmöglich. Hier besteht noch großer Forschungsbedarf.

Die Staub-Emissionen erscheinen als Belastungsparameter eher ungeeignet, vielmehr sind die Inhaltsstoffe des Staubes, z.B. Schwermetalle (Pb, Hg, Cd, Ni), ausschlaggebend für die Schädigung von Landschaft, Fauna und Flora.⁴³ Daten zu Staubinhaltsstoffen sowie zu Schwermetalldepositionsraten liegen vor, allerdings nicht flächendeckend. Weitere Wirkungsmessungen sind vor allem von lokaler Bedeutung. Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) bilden hierfür einen ergänzenden Belastungsparameter.

Generell muß zu diesem Bereich gefragt werden, ob nicht Methoden wie die Critical-Load- oder Critical-Level-Ansätze weiterverfolgt werden sollten. Der Ansatz der OECD sieht für die Beschreibung des Umweltzustandes Konzentrationswerte einzelner Stoffe, z.B. Schwermetalle, als Meßgröße vor. Eine reine emissionsseitige Betrachtung reicht für eine Beschreibung dieses Bereiches nicht aus. Hier sollte auf entsprechende Daten aus Monitoringprogrammen (Wirkungskataster) zurückgegriffen werden, auch wenn diese nicht flächendeckend vorliegen.⁴⁴

Artenvielfalt und Vielfalt von Landschaft und Ökosystemen:

Die Artenvielfalt und die Vielfalt von Landschaft und Ökosystemen stehen in engem Zusammenhang und können deshalb auch zusammen behandelt werden. Die Artenvielfalt

⁴² vgl. UM/LfU (1995) S. E2-16, E28-30, F7-10; vgl. UM/LfU (1992) S. BII-24-26, vgl. Enquete (1994) S. 275f

⁴³ vgl. UM/LfU (1995) S. E6-7, G6-13, vgl. auch Enquete (1994) S. 277f

⁴⁴ vgl. UM/LfU (1995) S. L30-37, E12-30, vgl. SRU (1994) S. 110-112

hängt mit der Intensivierung der Landnutzung zusammen. Allerdings liegen nur vorsichtige Schätzungen für Flächendaten zur extensiven und intensiven Landnutzung vor.

Die Ausweisung von Schutzgebieten reicht als Indikator nicht aus. So gibt es in Baden-Württemberg viele kleine Schutzgebiete. Um einen ausreichenden Lebensraum zu bieten müssen diese vernetzt werden. Deshalb sollten sowohl die Ausweisung von Biotoptypen, Landnutzungsformen als auch die Flächenverteilung ergänzt werden. Hierzu liegen Daten vor. Die Biotopkartierung für Baden-Württemberg befindet sich kurz vor dem Abschluß.

Als Meßgröße für die Artenvielfalt liegt zwar die Anzahl der gefährdeten Arten (rote Liste) in Zeitreihen vor, sie ist aber nicht aussagekräftig für die Stabilität eines Ökosystems. Die Verschiebung innerhalb eines Artenspektrum z.B. aufgrund einer Klimaveränderung wäre eine bedeutungsvollere Größe, die aber leider nicht verfügbar ist, ebensowenig wie die Beobachtung der Populationen von Leitarten, die maßgeblich ein Ökosystem tragen. Für diesen Bereich ist weitere Forschungsarbeit notwendig.⁴⁵

Wald:

Die Belastungs-Indikatoren Holzeinschlag und Holzzuwachs geben einen repräsentativen Überblick für die Nutzung der Forstressource Holz. Daten für Baden-Württemberg liegen vor. In letzter Zeit wird eine deutliche Zunahme des Holzvorrates festgestellt.

Die Funktion der Waldfläche hat sich in den letzten Jahren stark gewandelt. Der Wald soll im Rahmen eines Konzeptes der naturnahen Waldwirtschaft auf der gesamten Fläche neben seiner Nutzfuntion auch Schutz- und Erholungsfunktionen erfüllen. In diesem Zusammenhang ist es sinnvoll von Waldressourcen zu sprechen. Hierfür bieten sich als Zustands-Indikatoren eine Flächenverteilung der verschiedenen Waldarten an. Daten liegen vor. Ebenso ist der Krankheitszustand des Waldbestandes als Indikator mitaufzunehmen. Für das „Waldsterben“ liegen jährliche Datenerhebungen vor.⁴⁶

Wasser:

In Baden-Württemberg ist die Wasserquantität bis auf lokale Unregelmäßigkeiten bisher kein Problem, da der Bodensee als großer Trinkwasserspeicher zur Verfügung steht. Die Grundwasserneubildung ist bei quantitativer Betrachtung zu berücksichtigen. Für die Wasserressource erscheint eher die Qualität des Wassers von Bedeutung zu sein. Hier sei verwiesen auf die Eutrophierung der Gewässer.

45 vgl. UM/LfU (1995) S. L2-19

46 vgl. UM/LfU (1995) S. K4, K10-21

Bei dem hohen Stand der Abwasserbehandlung (> 90 %) ist das Abwasseraufkommen keine entscheidende Größe für die Qualität der Wasserressourcen. Vielmehr ist hier eine Betrachtung der Inhaltsstoffe der Oberflächengewässer als auch die Grundwasserqualität von Interesse. Als Indikatoren stehen die Summen-Parameter (AOX, CSB, BSB, DOC) zur Verfügung. Zur Nutzung von Wasserressourcen, sowohl quantitativ wie qualitativ, liegen eine Vielzahl von Meßdaten in Zeitreihen vor.⁴⁷

Abfall:

Für den Umweltbereich Abfall sind sicherlich das Abfallaufkommen und der Abfallexport maßgebliche Belastungsparameter. Das hohe Abfallaufkommen führt zum Abbau von Deponieressourcen. Die Verfügbarkeit von Deponieressourcen ist ein Problem des Landschaftsverbrauches. Weiterhin spielt die Art der Abfallbehandlung (Verwertung, thermische Behandlung, Kompostierung usw.) für die Deponieressourcen ebenso eine wichtige Rolle wie die politisch bedingte Ausweisung von neuen Deponieflächen. Für die Verfügbarkeit der Deponieressourcen ist die Restlaufzeit der Deponien eine wichtige Zustandsbeschreibung. Aufgrund der Volumenreduzierung und der Abfallbehandlung hat die durchschnittliche Restlaufzeit in den letzten Jahren zugenommen. Daten zu diesem Problembereich sind in Zeitreihen verfügbar.⁴⁸

Boden:

Eine Vielzahl von Bodennutzungen führt zu Bodenversiegelung. Als Indikator für die Nutzung der Ressource Boden greift die Bodenversiegelung zu kurz. Aufschlußreicher sind Daten zu den Nutzungsformen wie z.B. als landwirtschaftliche Fläche, Straßenfläche, Siedlungsfläche, Waldfläche usw. Die Flächenverteilung liegt als Datenbasis langjährig vor.⁴⁹ Ein weiteres Problem ist die Bodenerosion, die allerdings nur regional von Bedeutung ist. Insgesamt besitzt sie in Baden-Württemberg keinen allzu großen Stellenwert.

Aus dieser Einzelkritik ergibt sich die in Tabelle 1 dargestellte Aufstellung für die Umwelt-Indikatoren, gegliedert nach Belastungs- (Pressure) und Zustands-Meßgrößen (State).

47 vgl. UM/LfU (1995) S. F4-13, F17-56

48 vgl. UM/LfU (1995) S. D2-6

49 vgl. UM/LfU (1995) S. A4-6

Tabelle 1: Umweltkategorien und deren Abbildung durch physikalische Meßgrößen nach dem „Pressure-State“-Ansatz (Umweltbelastungen und Umweltzustand)

Umweltkategorien	Belastungs-Meßgrößen	Zustands-Meßgrößen
Klimaänderung	- CO ₂ -Emissionen - Emissionen von CH ₄ , N ₂ O - GWP	- Temperaturzeitreihen - Konzentration vom CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, troposph. Ozon
Ozonschichtzerstörung	- FCKW-Verbrauch, (- N ₂ O-Produktion/Emission) (- NO _x bei Flugverkehr) - ODP	- Ozon-Konzentration
Eutrophierung	- N- und P-Emission/Deposition in Boden - N- und P-Emission/Deposition in Wasser - Düngemittelverbrauch	- N-Konzentration (Boden, Fließgewässer) - P-Konzentration (stehende Gewässer) (- PO ₄ - Äquivalenzzahl)
Versauerung	- SO ₂ -Emissionen/Depositionen - NO _x -Emissionen/Depositionen (- NH ₃ -Emissionen)	- Säure-Basen-Status - geologische Karten
Verschmutzung (Umwelttoxizität)	- Emissionen von Schwermetallen - VOC-Emissionen (Forschung)	- critical-levels (NO _x , SO ₂ , Ozon) - Konzentrationen von Schwermetallen
Vielfalt von Arten, Landschaften und Ökosystemen	Leitbilder entwickeln (Forschung)	- Anzahl der gefährdeten Arten, (- Artenverschiebung - Anzahl der Biotoptypen - Flächenverteilung)
Wald	(- Holzeinschlag, Holzzuwachs)	- Flächenverteilung nach Nutz-, Schutz-, Erholungsfunktion - Waldschäden
Wasser	- Wasserverbrauch - Grundwasserneubildung	- Grundwasserqualität - Oberflächenwasserqualität
Abfall	- (Rest-) Abfallaufkommen - Export	- Restlaufzeiten der Deponien
Boden	- Flächenverteilung	- Erosion

3.2 Generelle Indikatoren

Zusätzlich zu den Umweltindikatoren ist es sinnvoll, generelle Indikatoren zusammenzustellen. Diese weisen zum einen rein ökonomische Informationen auf, andererseits geben sie strukturelle Gegebenheiten wieder, die Ursache für Umweltbelastungen sind. Eine Unterscheidung in Belastung und Zustand erscheint nicht sinnvoll.

Künstlicher Kapitalstock:

Der künstliche Kapitalstock ist eine wichtige volkswirtschaftliche Größe zur Ausweisung der Wirtschaftsleistung. Das Nettoanlagevermögen ist repräsentativer als das Bruttosozialprodukt und ist statistisch verfügbar. Das Nettoanlagevermögen dient als monetäre Basisgröße für die Einbindung der Umweltindikatoren in das ökonomische Konzept.

Bevölkerungsentwicklung:

Die Bevölkerungsentwicklung ist eine grundlegende Größe, die großen Einfluß auf die Wirtschaftsleistung und damit auch auf die verbrauchten Ressourcen und die ausgebrachten Emissionen hat. Sie liegt in Zeitreihen für Baden-Württemberg vor.⁵⁰

Ressourcen(-effizienz):

Der Material- wie auch der Energieeinsatz sind als solche keine ökologischen sondern ökonomische Probleme. Sicherlich sind mit der Ausbeutung der Ressourcen Umweltschäden und -belastungen verbunden, allerdings hat das Fehlen eines Stoffes wie z.B. Erdöl keinen negativen Einfluß auf die vorhandenen Ökosysteme und stellt damit kein Umweltproblem dar.

Der Verbrauch und Einsatz von abiotischen Ressourcen rückt damit in den Mittelpunkt der Ressourcenökonomie. Für die Ressourcenökonomie sind die Reichweite der knappen Ressourcen und vor allem die Ressourcenproduktivität von Interesse. Als Zusatzindikator ist die Recyclingquote zum Materialeinsatz von Bedeutung. Für Baden-Württemberg erscheint Ressourcenknappheit kein bedeutendes Problem zu sein. Allerdings muß darauf geachtet werden, in wie weit über Auslandslieferungen „Nicht-Nachhaltigkeit“ importiert oder exportiert wird.⁵¹

⁵⁰ aus StaLA Heft 5/95

⁵¹ Das Statistische Landesamt führt für Baden-Württemberg Input-Output-Rechnungen durch.

Der Verbrauch von biotischen Ressourcen stellt hingegen nicht nur ein ressourcenökonomisches sondern sehr wohl ein ökologisches Problem dar, denn durch Kultivierung von Pflanzen und Tieren werden die Ökosysteme stark beeinflusst.

Energieeinsatz:

Ebenso ist die Verfügbarkeit von fossilen Energieträgern zunächst kein Umweltproblem sondern ein ökonomisches Problem. Allerdings steht der Energieträgerbereich im engen Zusammenhang mit dem Umweltbereich Klimaänderung. Hier spielt die Verteilung der eingesetzten Energieträger und der Energieverbrauch eine wichtige Rolle. Aus ressourcenökonomischen Gründen ist die Reichweite der Energieträger von Interesse. Es erscheint deshalb sinnvoll, diesen Bereich als Energieeinsatz in die generellen Indikatoren mit aufzunehmen.⁵²

Mobilität:

Mobilität ist für viele Umweltbelastungen der Hauptverursacher. Anhand eines generellen Indikators zur Mobilität kann ermittelt werden, in wieweit regionale Nachhaltigkeit auch eine Regionalisierung der Verkehrsströme mit sich bringt. Als Meßgröße sollte die Verkehrsleistung aufgenommen werden. Der Verkehrsträger-Mix ist auch als genereller Indikator im OECD-Ansatz vermerkt.⁵³

Städtische Umweltqualität:

Im OECD-Indikatorensystem ist die urbane Umweltqualität aufgeführt. Für Nachhaltigkeitsindikatoren sind allerdings kurzfristige Erscheinungen wie Lärm oder Smog keine Umweltprobleme von langfristiger Bedeutung. Allerdings haben die Siedlungsstrukturen und die Stadtplanung großen Einfluß auf die langfristige Etablierung dieser kurzfristigen Umweltprobleme. So spielt die Verkehrsplanung und -struktur eine wesentliche Rolle für Probleme wie Sommersmog oder auch Lärm. Für die betroffenen Anwohner verursachen diese kurzfristigen Umweltprobleme erhebliche Wohlfahrtsminderungen. Schließlich gehen auch große Investitionssummen in den aktiven wie passiven Lärmschutz von Straßen, die damit auch ökonomische Bedeutung erlangen. Deshalb ist es sinnvoll, die Flächenstruktur bzw. die Siedlungsdichte wie auch den Flächenverbrauch mit aufzunehmen.⁵⁴

52 UM/LFU (1995) S. C2-9, zur Energieträgerreichweite vergleiche Esso (1995), BMWi (1995)

53 vgl. UM/LFU (1995) S. B6-10

54 vgl. UM/LFU (1995) S. A4-6, und StaLA Heft 2/94

Umweltrisiken:

Der Bereich der Umweltrisiken ermöglicht die Abschätzungen für Gefahren aus Technologien (wie Kernenergie oder Gentechnik). Er ist ein sehr umstrittener Bereich. Abgesehen von den meßtechnischen Problemen gibt es bei der Bewertung von Gefahren kaum gesellschaftlichen Konsens. Sowohl im gentechnischen wie im Bereich hormoneller Veränderungen sind die Auswirkungen aufgrund der fehlenden wissenschaftlichen wie praktischen Erfahrungen über die Wirkungszusammenhänge kaum abzuschätzen. Dem gegenüber liegen bei der radioaktiven Strahlung schon vielfältige Erfahrungen vor. Deshalb wird die Strahlenbelastung voraussichtlich im Indikatorensystem des UBA enthalten sein.⁵⁵ Deshalb sollten diese Entwicklungen im TA-Konzept weiter verfolgt werden. In Tabelle 2 sind die generellen Indikatoren zusammengestellt.

Tabelle 2: Generelle Indikatoren

Generelle Indikatoren	Meßgrößen
Künstlicher Kapitalstock	- Nettoanlagevermögen
Bevölkerungsentwicklung	- Bevölkerungszahlen
Ressourcen(-effizienz)	- Ressourcenproduktivität - Ressourcenreichweite - Recyclingquote
Energieeinsatz	- Energie-Mix, -Verbrauch - Energieträgerreichweite
Mobilität	- Verkehrs-Mix, -Leistung
Städtische Siedlungsstrukturen	- Siedlungsdichte - Flächenstrukturen, (bedingen Lärm, Smog), - Flächenverbrauch
Umweltrisiken	- radioaktive, gentechnische, hormonelle Ausbringungen

55 vgl. Walz (1994) S. 45f

4 Konsequenzen für das Konzept

Das dargestellte Umweltindikatorensystem versucht, die Darstellung der wesentlichen Meßgrößen von Umweltgütern, die die ökologische Situation und damit die Umweltnutzung innerhalb von Baden-Württemberg beschreiben, mit dem ökonomischen Ansatz des TA-Konzeptes zum „Qualitativen Wachstum in Baden-Württemberg“ zu verbinden.

Das Indikatorensystem stellt einen Kompromiß dar zwischen der Abbildung des Umweltzustandes, dem aktuellen Wissen über die Zusammenhänge von wirtschaftlichen Aktivitäten und der Erzeugung von Umweltproblemen und der verfügbaren Datengrundlage zur Beschreibung der Umweltprobleme als auch deren vermutlichen Ursachen. Dieser Kompromiß führt zur einer Abbildung der Umweltprobleme mittels Indikatoren, die in

- zehn Umweltkategorien und
- sieben generellen Indikatoren eingeteilt sind.

Die Ausweisung von generellen Indikatoren erscheint sinnvoll, um zum einen (ressourcen-)ökonomische Sachverhalte als auch zum anderen infrastrukturelle Grundlagen der Umweltprobleme darstellen zu können.

Aufbauend auf den Erfahrungen aus den internationalen Indikatorensystemen sollte der „Pressure-State“-Ansatz mit der Untergliederung in Belastungs- und Zustands-Indikatoren für die Umweltkategorien systematisch angewendet werden. Dies entspricht einer Abbildung des Umweltzustandes und dessen Veränderung und gewährleistet eine mögliche akteursbezogene Interpretation der Informationen. Eine detailliertere Akteursbezogenheit erscheint aufgrund der sich aufblähenden Vielzahl an Meßgrößen nicht sinnvoll. Allerdings sollte eine mögliche akteursbezogene Disaggregation berücksichtigt werden, um in einer späteren Phase akteursbezogene Handlungsfelder aufzuzeigen. Eine Nachvollziehbarkeit umweltpolitischer Instrumente durch die Ausweisung von „Response“-Indikatoren ist im Gegensatz zu den Ansätzen von OECD und CSD für das TA-Konzept zumindest in dieser Phase noch nicht vorgesehen.

Eine Anzahl von rund 50 Meßgrößen ist den ökologischen Anforderungen durchaus angemessen und zur Integration in das TA-Konzept vertretbar. Insofern gesteigerter Wert auf eine weitere Reduzierung der Indikatorenanzahl gelegt wird, sollte eine Bildung von Überindikatoren, z.B. wie MIPS (Material-Intensität Pro Serviceeinheit) vom Wuppertal-

Institut⁵⁶, als auch aggregierte Indikatoren innerhalb eines Bereiches, wie GWP (global warming potential) oder ODP (ozon depletion potential), geprüft werden.

So wie die interdisziplinären Arbeiten der OECD, der CSD und des UBA, sowie die jüngsten Bestrebungen von Eurostat, dem Statistischen Amt der Europäischen Union, eine Integration von ökologischen, ökonomischen, sozialen und institutionellen Indikatoren anstreben, sollte für den Bereich der Umweltindikatoren eine Kompatibilität des TA-Konzeptes zu diesen internationalen Ansätzen anvisiert und gegebenenfalls Erweiterungen oder Änderungen berücksichtigt werden. Dies erscheint auch vor dem Hintergrund sinnvoll, daß für die international vorgeschlagenen Indikatoren ausreichend Meßgrößen in Baden-Württemberg zur Verfügung stehen. Für die meisten Bereiche existieren langjährige Reihen, so daß der Einfluß der Wirtschaftsweise und von politischen Maßnahmen bereits an einzelnen Stellen deutlich werden.

Die Verbindung von Ökonomie und Ökologie durch die Einbettung eines ökologisch-ausgerichteten Indikatorensystems in ein ökonomisches Modell zu vollziehen, erscheint den ökologisch-ökonomischen Begebenheiten nicht ganz zu entsprechen. Dies liegt daran, daß sich Vorgänge in Ökosystemen vor allem in Kreisläufen, teils langfristig, teils mit Verzögerungen über Pufferungen vollziehen. Die Abbildung solcher Kreisläufe und insbesondere die Darstellung von Änderungsverhalten dieser Kreisläufe ist wissenschaftlich höchst komplex und zumeist nicht endgültig geklärt. Dieses, quantitativ in wenigen Kenngrößen darzustellen, gelingt bislang nicht für alle Umweltbereiche. Dazu müssen qualitative Ergebnisse von spezifischen Untersuchungen herangezogen werden.

Literatur:

BMU (1992), Bundesumweltministerium (BMU): Umweltpolitik - Umweltökonomische Gesamtrechnung: Stellungnahme des Beirats „Umweltökonomische Gesamtrechnung“ beim BMU zur Konzeption und zu Entwicklungserfordernissen des Vorhabens des Statistischen Bundesamtes. Bonn: BMU 752/92

BMWi (1995), Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi): Energie Daten '95 Nationale und internationale Entwicklung. Bonn: BMWi, September 1995

Dieren (1995), Dieren, Wouter van (Hrsg.): Mit der Natur rechnen - Der neue Club-of-Rome-Bericht - Vom Bruttosozialprodukt zum Ökosozialprodukt. Basel: Birkhäuser, 1995

⁵⁶ vgl. Schmidt-Bleek (1994)

- Enquete (1991), Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.): Schutz der Erde: Eine Bestandsaufnahme mit Vorschlägen zu einer neuen Energiepolitik. Bonn: Economica; Karlsruhe: Müller, Band 3/Teilband I 1991
- Enquete (1994), Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt - Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft“ (Hrsg.): Die Industriegesellschaft gestalten - Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bonn: Drucksache 12/8260 des Deutschen Bundestages vom 12.07.1994
- Esso (1995), Esso AG (Hrsg.): Oeldorado '95. Hamburg: 1995
- Renn (1994), Renn, Ortwin: Ein regionales Konzept qualitativen Wachstums, Pilotstudie für das Land Baden-Württemberg. Stuttgart: Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Arbeitsbericht Nr. 3/März 1994
- Schmidt-Bleek (1994), Schmidt-Bleek, Friederich: Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS - das Maß für ökologisches Wirtschaften. Basel/Berlin: Birkhäuser, 1994
- SRU (1994), Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (SRU): Umweltgutachten 1994. Bonn: Drucksache 12/6995 des Deutschen Bundestages vom 08.03.1994
- SRU (1994a), Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (SRU): Kurzfassung des Umweltgutachtens 1994 - Schlußfolgerungen und Handlungsempfehlungen. Bonn: Februar 1994
- StaLA, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.): Baden-Württemberg in Wort und Zahl. diverse Hefte der Schriftenreihe
- Stat.BA (1991), Hölder, Egon und Mitarbeiter (Hrsg.): Wege zu einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung. Band 16 der Schriftenreihe Forum der Bundesstatistik herausgegeben vom Statistisches Bundesamt (Stat.BA). Stuttgart: Metzler-Poeschel, 1991
- Stat.BA (1993), Statistisches Bundesamt (Stat.BA) (Hrsg.): Beiträge zur Umweltökonomischen Gesamtrechnung, Heft 1, Vorstudie Umweltindikatorensysteme. Wiesbaden: Stat.BA, 1993
- UBA (1994), Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.): Daten zur Umwelt 1992/93. Berlin: Erich Schmidt, 1994
- UM/LfU (1992), Umweltministerium Baden-Württemberg (UM); Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) (Hrsg.): Umweltdaten 91/92. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Karlsruhe, September 1992
- UM/LfU (1995), Umweltministerium Baden-Württemberg (UM); Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) (Hrsg.): Umweltdaten 93/94. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Karlsruhe, Januar 1995
- Walz (1994), Walz, Rainer: Synopse aktueller Konzepte von nationalen Umweltindikatoren. 1. Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes „Weiterentwicklung von Indikatorensystemen für die Umweltberichterstattung“. Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung: Karlsruhe, Juni 1994

Walz (1995), Walz, Rainer; Ostertag, Katrin; Block, Nicolas: Synopse ausgewählter Indikatorenansätze für Sustainable Development. Bericht im Rahmen des Forschungsvorhabens „Weiterentwicklung von Indikatorensystemen für die Umweltberichterstattung“ des Umweltbundesamtes. Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung: Karlsruhe, Mai 1995