

5. Relevanz von Umweltgütern für Nachhaltigkeit

Dr. Johann Köppel¹⁶

Auf der Grundlage des vorgelegten Konzepts der Akademie für Technikfolgenabschätzung zur „Messung einer nachhaltigen Entwicklung in Baden-Württemberg“ sollte die Relevanz der Umweltbereiche für eine nachhaltige Entwicklung thematisiert werden. Dabei war insbesondere zu behandeln, welche Einschränkungen der Nutzungsmöglichkeiten von Umweltgütern überhaupt nachfolgende Generationen betreffen. „Welche im Indikatorensystem aufgeführten Umweltgüter können daher vernachlässigt werden? Welche Umweltgüter sind im Indikatorensystem nicht aufgeführt, aber relevant?“ - Im nachfolgenden Beitrag werden zunächst einige Aspekte des schillernden Begriffs „Nachhaltigkeit“ in einer ökologischen Interpretation behandelt. Die Auseinandersetzung mit der dargelegten Fragestellung mündet schließlich in die Feststellung, daß nahezu jede Nutzung der Umweltgüter mit Einschränkungen für die nachfolgenden Generationen verbunden sei. Keines der im Indikatorensystem der Akademie für Technikfolgenabschätzung genannten Umweltgüter kann vernachlässigt werden; ergänzende Hinweise zur Ausgestaltung des Ansatzes runden dieses Fazit ab.

1. „Nachhaltigkeit“ - Aspekte einer ökologischen Interpretation

“Die äußerst heterogene Begriffsbildung und der mangelnde Konsens über die inhaltliche Auslegung des Sustainable Development-Konzeptes erweisen sich regelmäßig als Kommunikationshemmnisse und erschweren die praktische Umsetzung des Nachhaltigkeitsprinzips.” (RADKE 1995). Eine ökonomische Interpretation von nachhaltiger Entwicklung impliziert eine Reihe von Folgerungen, denen man bei einer *ökologischen Interpretation* dieses schillernden Begriffes nicht uneingeschränkt folgen kann. Eine solche ökologische Interpretation dieses Begriffs lautet z.B. wie folgt (LORCH et al. 1995):

“Von einer nachhaltigen Entwicklung kann nur dann gesprochen werden, wenn die Nutzung des Naturpotentials durch den Menschen den Bestand der ökologischen und sozio-kulturellen Funktionen ... dauerhaft gewährleistet. In Anerkennung des Eigenwerts der Natur und ihrer Funktion als Grundlage der dauerhaften Befriedigung der individuellen und sozialen Bedürfnisse des Menschen muß dabei stets die an der

¹⁶ Für eine Fülle von Anregungen sei Frau Dipl.-Ing. Konstanze Schönthaler, Bosch & Partner GmbH, gedankt.

Tragfähigkeit der Natur orientierte Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen das vorrangige Ziel jeglicher Entwicklung darstellen”.

Fazit: “Es *gibt* bislang keine konsensfähige Definition einer nachhaltigen Entwicklung, und es soll sie vielleicht auch gar nicht geben. Der Begriff gebärdet sich nach wie vor als “everyone´s darling”“ (RADKE 1995).

Für den Ökologen stellt sich nach HABER (1994) ohnehin die Frage, ob und wie weit das Konzept der “Nachhaltigkeit” von seinen Anfängen in der Forstwirtschaft auf andere Nutzungs- bzw. Wirtschaftssysteme *übertragbar* ist. Denn schließlich werde hierbei die klassische, physische Nachhaltigkeit - bezogen auf eine einzelne Ressource oder ein Ressourcensystem wie den Wald - in eine sozio-ökonomische Nachhaltigkeit ausgeweitet. HABER (ebd.) erkennt dabei an, daß sich die "junge Umweltökonomie" mittlerweile den ökologischen Vorstellungen insofern annähere, als sie die Theorie der "neoklassischen" Volkswirtschaftler von der weitestgehenden *Substituierbarkeit* der Ressourcen Boden, Arbeit und Kapital aufhebe: Hoffnung schenke z.B. das Umdenken der Umweltökonominnen COSTANZA und DALY (1991 bzw. 1990, zit. in HABER 1994): "Sie betonen, daß das Naturkapital und das anthropogene Kapital einander ergänzen und aufeinander angewiesen sind: Was soll ein Sägewerk ohne Wald oder eine Fischereiflotte ohne Fischbestände bewirken ?" . Wie schon HABER (ebd.) vermutet, scheint dennoch der Glaube an die Substituierbarkeit des natürlichen Kapitals in der Ökonomie immer noch schwer überwindbar. Dies gilt umso mehr, wenn man bedenkt, daß zum Naturkapital "... auch die Aufnahmefähigkeit der Natur bzw. der Umweltmedien für Reststoffe und Abfälle des anthropogenen Systems ..." zählt (HABER ebd.).

Auch schließt die visionäre, globale Philosophie, die im Begriff “nachhaltige Entwicklung” enthalten ist, eine *regionalspezifische Begriffsdefinition* (LORCH et al. 1995) für vernetzt denkende Ökolog(inn)en eigentlich aus - auch für ein Bundesland wie Baden-Württemberg. Unterschiedliche Wertungen aufgrund regionalspezifischer Definitionen von “Nachhaltigkeit” könnten in letzter Konsequenz zu Zielkonflikten zwischen den Regionen führen (ebd.).

Langfristig “nachhaltige” Systeme können nur unter der Bedingung vollständiger "Autarkie" (Subsistenz) oder - realistischer - im Falle (fließ-)stabiler Außenbeziehungen entstehen. Die Stabilität dieser Außenbeziehungen ist aber wiederum von der Nachhaltigkeit der Entwicklung derjenigen Systeme abhängig, mit denen diese Beziehungen (Export, Import) gepflegt werden (z.B. Folgewirkungen des internationalen Tourismus - als "Export"größe - oder die für die EU und Baden-Württemberg eigentlich nicht notwendigen Futtermittelimporte, insbesondere aus Ländern mit Mangel an Grundnahrungsmitteln - als

Importgröße). Künstliches Kapital wird noch auf absehbare Zeit überwiegend in den Industrienationen konzentriert und natürliches Kapital aus den Entwicklungsländern exportiert. Denn mit wenigen Ausnahmen sind die für ein hochentwickeltes Land wie Baden-Württemberg lebensnotwendigen Ressourcen ungleichmäßig über die Erdoberfläche verteilt (HABER, ebd.). Dies führt zu einem kontinuierlich wachsenden demographischen und wirtschaftlichen Ungleichgewicht, nicht zuletzt zwischen den Staaten der nördlichen und südlichen Hemisphäre. Nachhaltigkeit kann also auch für ein regionales System nur dann postuliert werden, wenn dieses vorab mit seinen räumlichen Grenzen und funktionalen Verflechtungen, d.h. dem Austausch von Gütern, aber auch Kulturelementen, mit Nachbarsystemen beschrieben wurde.

Auch wenn wir eine Politik des "Öko-Imperialismus" vermeiden sollten, weil dadurch der Bevölkerung außerhalb Baden-Württembergs Produktions- und Konsumstrukturen diktiert werden könnten, sollten wir unseren Nachbarn wie auch den sog. Entwicklungsländern dasselbe zubilligen, was wir für Deutschland bzw. Baden-Württemberg postulieren: Daß also die Nutzungsmöglichkeiten der Umweltgüter möglichst lange gewahrt bleiben mögen.

Ein anderer Aspekt, um einem ökonomisch geprägten Verständnis von "Nachhaltigkeit" eine ökologische Interpretation hinzuzufügen, betrifft den allen Indikatorensystemen immanenten *Wertungsbezug*: Stellen Ökonomen ein Wirtschaftswachstum von mehr als drei Prozent fest, so sprechen sie (und mit ihnen die meisten Politiker) heute von einem zufriedenstellenden Konjunkturverlauf. Beträgt das Wachstum jedoch weniger als ein Prozent, so taucht schnell der Begriff der Rezession mit all seinen negativen Assoziationen auf. Dem (Summen-) Indikator "Wirtschaftswachstum" wird also eine *normative Ebene*, eine wertende "Meßplatte" angelegt.

Ganz ähnliche Indikatoren- und damit Wertsysteme werden inzwischen in der Ökologie entwickelt. In diesem Zusammenhang wird von umweltpolitischen Leitlinien und Leitbildern sowie insbesondere von Umweltqualitätszielen und -standards gesprochen (vgl. z.B. SRU 1994). Der SRU (ebd.) empfiehlt daher eine *leitbildorientierte Entwicklung von Umweltindikatoren*. In diesem Sinne kritisiert er sodann den OECD-Indikatorenansatz: Im fehle ein Bezug zu Zielgrößen bzw. einem Leitbild für eine "dauerhaft-umweltgerechte" Entwicklung. Hinzu komme, daß den OECD-Indikatoren eine transparente Nachvollziehbarkeit der Indikatorenauswahl fehle und der Ansatz eine Reihe "ökologischer Mängel" aufweise.

Alternativ definiert der SRU (ebd.) Umweltindikatoren als Größen, "... die die Abweichung der Umweltsituation (Ist) von Umweltqualitätsstandards (Soll) ausdrücken" (Abb. I.5, Tz. 179, 180). In diesem Zusammenhang hebt der SRU insbesondere auf "Kritische

Ressourcenvorräte" oder "Kritische Eintragsraten" ab, scheint also "critical load"- bzw. "critical level"- Konzepte herauszuheben. Da diese Ansätze jedoch den Anschein erwecken, als sei die Bestimmung von Umweltqualitätszielen bzw. -standards eine rein naturwissenschaftliche Angelegenheit (z.B. toxisch begründete Grenzwertsetzungen), können sie keinesfalls als alleinige Alternative zu unspezifischen Reduktionsregeln empfohlen werden. Demgegenüber betonen andere Ansätze zur Ableitung von Umweltqualitätszielen explizit, daß es sich hierbei um einen Abstimmungsprozeß von (natur-)wissenschaftlich begründeten Vorschlägen einerseits und gesellschaftlich-ethischen Werthaltungen andererseits handelt (vgl. z.B. KERNER ET AL. 1991, SCHÖNTHALER ET AL. 1995).

Qualitative Ziele, die nur die Richtung, aber nicht das Ausmaß einer Veränderung angeben, jedoch - als Instrument zum Umgang mit Umweltbelastungen bzw. zur "nachhaltigen" Nutzung von Ressourcen - können z.B. auch zu einer Unternehmenspolitik führen, die die jährliche Schadstoffreduktion eher niedrig hält, um auch im Folgejahr eine weitere Reduktion durchführen und vorweisen zu können; auf letztere Vorgehensweise sollen erste Erfahrungen aus dem Öko-Audit hinweisen. Es bestehen also erhebliche Zweifel, ob ein System von unspezifischen Nutzungsregeln ein *normatives*, wenn auch fortschreibbares (Umweltqualitäts-)Zielsystem überflüssig macht.

Ein weiterer Aspekt betrifft nun die Indikatoren selbst. Manche Ökonomen, auch RADKE (1995) gehen davon aus, daß es eigenständige *Indikatoren für Nachhaltigkeit* gebe. Doch erinnern wir uns an die eingangs vorgestellte Definition "nachhaltiger Entwicklung" im Sinne einer ökologischen Interpretation des Begriffs. Dann wird es kaum verwundern, wenn dem gegenüber gestellt werden soll, daß es lediglich *ökonomische, sozio-kulturelle und ökologische Indikatoren* gibt - jedoch keine Summenparameter, die auf Anhieb erkennen lassen, ob wir uns auf dem Pfad der "nachhaltigen Entwicklung" befinden.

Wenden wir uns aus diesem Set den *ökologischen Indikatoren* zu. Werden diese zu entsprechenden Indikatorensystemen zusammengestellt - und dies geschieht derzeit in Deutschland - , so spricht man von (Umwelt-)Monitoring oder Umweltbeobachtung. Doch Umweltbeobachtung wird in Deutschland immer noch weitgehend sektoral betrieben, d.h. sie widmet sich jeweils den einzelnen Umweltsektoren wie Boden, Wasser, Luft etc. Demgegenüber hat der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen in einem Sondergutachten von 1990 Anforderungen an eine sektorübergreifende, "Allgemeine ökologische Umweltbeobachtung" formuliert (SRU 1990). Hierzu gehören u.a. ein *ökosystemar* ausgerichteter, *medienübergreifender* Beobachtungsansatz, die *repräsentative* Auswahl von *Beobachtungsräumen* bzw. Ökosystemen sowie abgestimmte Datenbasen bzw. Informationssysteme.

Analysiert man auch internationale Ansätze zur Umweltbeobachtung so findet man drei wesentliche Herangehensweisen an die Auswahl von Indikatoren für langfristige "Meß"programme: *Fragen-, daten- und modellgeleitete Ansätze* (SCHÖNTHALER ET AL. 1994). Der von PFISTER & RENN aufgegriffene OECD-Indikatorenansatz stellt einen *fragen-* und sodann *datengeleiteten* Ansatz dar: Welche Umweltbereiche (bzw. -belastungen) erscheinen *aktuell* die drängendsten und welche (möglichst schon bestehenden) Daten können herangezogen werden, um Nachhaltigkeit "messen" zu können. Im Endeffekt gelangt man so, "Indikator" für "Indikator", sukzessive zu einem Set von Meßgrößen. Dies entspricht allerdings jenem *sektoralen* Vorgehen, wie es der SRU (1990) so kritisiert hatte.

Betrachtet man nun von vornherein die Stoff- und Energieflüsse unserer Ökosysteme, ihre biotische Ausstattung sowie ihre (landschafts-)strukturellen Rahmenbedingungen, so hat man die Chance wichtige *Schlüsselparameter* - auch unabhängig von "tagespolitisch" interessierenden Fragestellungen¹⁷ - zu identifizieren, um sie sodann einem *ökosystemar* orientierten Meßprogramm zugrunde zu legen (*modellgeleitetes* Vorgehen bei SCHÖNTHALER ET AL. ebd.). Auf diese Weise wird auch die Interpretation der Meßergebnisse hinsichtlich vermuteter Ursache-Wirkungsbeziehungen erleichtert, nicht zuletzt vor dem Hintergrund auftretender Rückkopplungs- und Folgeeffekte.

Ein letzter Aspekt in dieser Einführung betrifft den *Raumbezug*, den jedes Indikatorensystem benötigt. Wie wichtig die hierzu vom SRU (1990) gestellte Anforderung an eine repräsentative Auswahl von Beobachtungsräumen ist, sei am Beispiel erläutert: Ein für (ganz ?) Baden-Württemberg (wie ?) aggregierter Nachhaltigkeitsindikator zur Versauerung besitzt keinerlei Aussagekraft: Schwarzwald und Schwäbische Alb sind in diesem Zusammenhang gemäß ihrem Ausgangsgestein durch völlig verschiedene "critical loads" gekennzeichnet. Essentiell für jedwede Messung von Umweltindikatoren bzw. "Nachhaltigkeit" ist jedoch ein solcher Raumbezug, der sowohl naturräumlich sinnvolle als auch sozio-ökonomisch relevante Raumeinheiten anspricht (vgl. SCHÖNTHALER ET AL.). Das Statistische Bundesamt widmet dem Raumbezug seines Konzepts für ein "Indikatorensystem für den Umweltzustand in Deutschland" (HOFFMANN-KROLL et al. 1995) ebenfalls große Aufmerksamkeit.

¹⁷ Gerade ein Indikatorensystem zur "Messung von Nachhaltigkeit" muß langfristig vergleichbar angelegt werden, wenn interpretierbare Zeitreihen zur Erfolgskontrolle einer Nachhaltigkeitspolitik entstehen sollen. Es kann nicht länger angehen, daß stets die Themen, die aktuell am meisten diskutiert werden, jeweils eine kurzatmige Neuausrichtung von Meßprogrammen mit sich bringen. Waldschäden, Seehundsterben, Klimaänderung etc. sind nur einige Stationen des resultierenden umweltpolitischen Zickzack-Kurses....

2. Relevanz von Umweltgütern für Nachhaltigkeit

Zur Behandlung dieser Fragestellung galt es zu prüfen, ob z.B. aufgrund relativ kurzfristiger Abbaubarkeit von Belastungen der Umweltgüter (z.B. wenig persistente Stoffe) oder aufgrund der raschen Erneuerung von natürlichen Ressourcen überhaupt die nachfolgenden Generationen in ihren Nutzungsmöglichkeiten eingeschränkt werden. Die Reversibilität von wie auch immer reduzierten Nutzungsmöglichkeiten der Umweltgüter stellt somit ein wesentliches Kriterium zur Behandlung der Fragestellung dar; reversible Belastungen bzw. Einschränkungen der Nutzungsmöglichkeiten von Umweltgütern können möglicherweise (unter Einsatz künstlichen Kapitals) vielfach auch "aktiv saniert" werden - so die Eingangshypothese.¹⁸

Demgegenüber stehen z.B. Akkumulationseffekte: Der atmosphärische Gehalt an N₂O z.B. steigt gegenwärtig um 0,3% jährlich an. N₂O hat eine mittlere Verweilzeit von 130 (+/- 20) Jahren. Diese lange Verweilzeit bewirkt, daß selbst bei einer Stabilisierung der N₂O-Emissionsraten auf dem heutigen Niveau die Konzentration des Gases in der Atmosphäre weiterhin zunehmen und erst in ca. 250 Jahren einen neuen dynamischen Gleichgewichtswert erreichen würde (ENQUETE-KOMMISSION "SCHUTZ DER ERDATMOSPHÄRE" 1995).

Um das Ergebnis der nachfolgenden Zusammenstellung vorwegzunehmen: *Nahezu jede Nutzung der Umweltgüter ist mit Einschränkungen der Nutzungsmöglichkeiten für nachfolgende Generationen verbunden.* Ergänzend erfolgen an dieser Stelle Exkurse zur wünschenswerten Ausgestaltung eines adäquaten Indikatorensystems.

KLIMAÄNDERUNG UND OZONSCHICHTZERSTÖRUNG

Laut aktuellen Klimaprognosen werden sich die mittleren Temperaturen bis zum Jahr 2100 um ca. 2-3 °C erhöhen. In Mitteleuropa wird die Temperaturerhöhung im Gegensatz zu den Ländern der südlichen Hemisphäre allerdings verzögert verlaufen. Bei den genannten Klimaveränderungen sind Verschiebungen der Vegetationszonen selbst innerhalb Deutschlands zu erwarten. Phasen mit deutlich reduzierter Verfügbarkeit von Wasser werden zumindest zeitweilig (und an entsprechenden Standorten) die Produktivität der Landwirtschaft herabsetzen. Aufgrund der starken Verzögerungseffekte bei der Anreicherung und dem Abbau klimawirksamer Spurengase in der Atmosphäre werden sich die Klimaveränderungen auch bei deutlich reduziertem Schadstoffausstoß nicht vollständig

¹⁸ Als anthropogener Generationenzyklus wird eine Zeitspanne von ca. 25 Jahren zugrundegelegt.

aufhalten lassen (zumal die Klimaprognosen ohnehin bereits unter Zugrundelegung verringerter Emissionswerte erstellt werden).

Die Ozonkonzentrationen sind in den letzten Jahren (und dies nicht mehr nur in den polnahen Gebieten) kontinuierlich zurückgegangen. Auch hier wirken sich Verzögerungseffekte bei der Spurenstoffanreicherung und dem -abbau dahingehend aus, daß eine weitere Konzentrationsabnahme von Ozon auch bei sofortigem Produktionsstopp sämtlicher ozonabbauenden Stoffe zwar verlangsamt, aber nicht mehr gänzlich verhindert werden kann. Die Gefahr gesundheitlicher Schäden durch erhöhte UV-Strahlung besteht bereits heute und wird sich in Zukunft weiter erhöhen.

Aufgrund "Klimaänderung" und "Ozonschichtzerstörung" werden sich bereits für "unsere" sowie die unmittelbar folgende Generation entsprechende Nutzungsbeschränkungen der Umweltgüter ergeben. Dies würde konsequenterweise wenigstens die Hauptverursacher der genannten Umwelteffekte betreffen müssen, also z.B. die Verbrennung fossiler Energieträger (incl. dem Verkehr) wie auch die Landwirtschaft (Beschränkungen beim Einsatz mineralischer Stickstoffdünger, Reduzierung der intensiven Tierhaltung etc.). Gerade für die Umweltbereiche "Klimaänderung" und "Ozonschichtzerstörung" kann eigentlich keine regionale baden-württembergische Nachhaltigkeitspolitik betrieben werden (PFISTER 1996). Der Versuch einer "Sanierung" der Umweltbereiche Klimaänderung / Ozonschichtzerstörung betrifft vor diesem globalen Hintergrund eine ganze Reihe nachfolgender Generationen.

EXKURS: Relevant für die Ozonschichtzerstörung sind folgende N_2O -Quellen: Landwirtschaft, Biomasseverbrennung, stationäre Verbrennung, mobile Quellen, Adipinsäure-Produktion sowie die Produktion von Salpetersäure und Lachgas. Die einzelnen Quellen- (und auch Senken) können dabei nur innerhalb großer Unsicherheitsmargen quantitativ angegeben werden. Unbestritten ist aber, daß die größte anthropogen bedingte Einzelquelle in der Applikation mineralischen Stickstoffdüngers in der Landwirtschaft zu suchen ist (ENQUETE-KOMMISSION "SCHUTZ DER ERDATMOSPHÄRE" 1994). Eine exakte Erhebung der Emissionswerte von N_2O ist beim aktuellen Stand der Technik aber noch schwierig.

Ein Rückgang oder vielmehr reduzierter Anstieg der Stoffkonzentrationen in der Atmosphäre kann auch keineswegs immer als Folge eines reduzierten anthropogenen Schadstoffausstoßes, d.h. einer erfolgreichen Umweltpolitik interpretiert werden: So war z.B. im Jahr 1992, wenn auch nur kurzfristig, eine deutliche Verringerung des globalen Anstieges von CO_2 und CH_4 in der Atmosphäre zu beobachten. Hierfür war nicht ein

reduzierter anthropogener Ausstoß der beiden Schadstoffe verantwortlich. Die Vermutungen gehen vielmehr dahin, daß kurzfristige globale Abkühlungen infolge des Ausbruchs des Pinatubo entweder über eine verstärkte Adsorption der Gase durch die Ozeane oder über eine verminderte Mineralisation organischer Biomasse eine Reduzierung der Konzentrationen verursacht haben.

Erfolge der baden-württembergischen Nachhaltigkeitspolitik im äußerst "klimarelevanten" Verkehr schließlich ließen sich z. B. an einer Erfassung der jährlich zurückgelegten Personen(oder Tonnen-)kilometer oder an einem Vergleich der Investitionen für den Ausbau des öffentlichen Nahverkehrsnetzes mit denjenigen für den Individualverkehr rasch ablesen. Auch der Energieverbrauch kann nicht allein auf die Nutzung fossiler Energieträger bezogen werden. Ohnehin dürfte der Schlüssel zum Erfolg einer baden-württembergischen Nachhaltigkeitspolitik ganz entscheidend im Bereich der Ballungsräume (wie dem mittleren Neckarraum) liegen (OECD-Bereich "Veränderung der städtischen Umweltqualität").

EUTROPHIERUNG UND VERSAUERUNG

Nährstoffüberschüsse können in terrestrischen Ökosystemen dann vergleichsweise schnell (innerhalb weniger Jahrzehnte) abgebaut werden, wenn die Nährstoffe noch nicht in die von Pflanzenwurzeln unerreichbaren Bodenhorizonte ausgetragen wurden (z.B. durch Extensivierung der Landnutzung). Der Bau von Kläranlagen und die Extensivierung der Landnutzung im Einzugsgebiet von Gewässern kann oftmals innerhalb einer bis zwei Generationen einen nennenswerten Rückgang der Eutrophierung kleinerer Fließgewässer erlauben. Aufgrund der Phosphorelimination bei der Abwasserbehandlung und der Verwendung phosphatfreier Waschmittel ist der Phosphat-Eintrag in Fließgewässer in den vergangenen Jahren stark gesunken (UBA 1994). Dies gilt jedoch noch keineswegs für die Nitratgehalte von Neckar und Rhein (ebd.). Die Folgen einer Eutrophierung von Böden, wie z.B. die Verdrängung oligotropher Pflanzengesellschaften oder die Schädigung der Vegetation infolge von Nährstoffungleichgewichten sind dagegen weniger schnell "sanierbar".

In Baden-Württemberg werden derzeit die critical loads für die Versauerung der Waldböden insbesondere im gesamten Bereich des Schwarzwalds noch deutlich überschritten (UBA 1994). Der zunehmenden Versauerung unserer Böden und Gewässer kann grundsätzlich durch Kalkungsmaßnahmen und insbesondere durch eine Reduzierung versauerungsrelevanter Schadgase entgegengewirkt werden. Nicht immer voll ausgeglichen werden können allerdings die z.T. weitreichenden Folgen von Versauerungsprozessen, wie z.B. die Mobilisierung von Schwermetallen und Aluminium, von denen beträchtliche Anteile mit dem Abfließwasser in die Gewässer (auch Quellwässer) eingetragen werden können.

Kalkung ist mit hohen Kosten verbunden und nicht risikofrei durchführbar (unsachgemäße Kalkausbringung führt beispielsweise zur beschleunigten Mineralisierung und Auswaschung organisch gebundenen Stickstoffs). Darüber, ob es eine Generation schaffen könnte, der nachfolgenden wieder unkritische "loads" in Böden und Gewässern zu übergeben, kann nur spekuliert werden. Allenfalls bei der Eutrophierung von Oberflächengewässern (im Gegensatz zu den Grundwasservorräten) gibt es regionale, vergleichsweise kurzfristige Handlungsspielräume.

VERSCHMUTZUNG, BODENDEGRADATION UND ABBAU VON WASSERRESSOURCEN

Über die (ökologischen bzw. ökotoxikologischen) Wirkungen der meisten Umweltchemikalien und auch einiger Schwermetalle ist bis heute wenig bekannt. Noch weniger Informationen existieren über mögliche Synergismen, die Anreicherung in den Nahrungsketten oder eine plötzliche Freisetzung bei Erreichen bestimmter Konzentrationsbereiche, z.B. in belasteten Gewässersedimenten. Großflächige Verschmutzungen von Ökosystemen mit hoch-persistenten Stoffen (wie z.B. Schwermetallen, organischen Schadstoffen oder radioaktiven Verbindungen) sind auch innerhalb mehrerer Generationen nicht wieder rückgängig zu machen, auch wenn sie aufgrund der Pufferkapazitäten der Ökosysteme über Jahre hinweg zunächst nicht in Erscheinung treten können.

Die Bodenerosion kann selbst in Baden-Württemberg innerhalb menschlicher Zeiträume oft nicht mehr ausgeglichen werden. In Erosionsgebieten (z.B. in den Lößgebieten) liegt die Bodenneubildungsrate bei 1/10 bis 1/100 der Bodenabtragsraten.

Über 70% des Trinkwassers stammt in Deutschland aus der Förderung "echten" Grundwassers. Grundwasser ist angesichts der zunehmenden stofflichen Belastung eine begrenzte Ressource. Alternativen zur Grundwasserförderung aus den oberen Grundwasserstockwerken, wie z.B. die Aufbereitung von Oberflächenwasser (in Baden-Württemberg ja weitverbreitet) oder die Erschließung von Tiefengrundwasser, stehen zwar grundsätzlich zur Verfügung, sind aber i.d.R. kostspielig.

Der Begriff der Altlasten zeugt bildlich davon, daß wir um diese generationenüberschreitenden Belastungen von v.a. Boden und Grundwasser, aber auch der Kontaminationsgefahr über den Nahrungs- oder Trinkwasserpfad, wissen. Auch eine nennenswerte Entsiegelung versiegelter Standorte stellt kein realistisches Programm für die heutigen und die nächsten Generationen dar. Lediglich bei Luftschadstoffen erscheint es derzeit einer Generation vergönnt zu sein, durch entsprechende Emissionsreduzierungen zu "glänzen". Und doch zeigt z.B. die einleitend dargestellte Verweildauer von N_2O in der

Atmosphäre, daß analog zur Bodenerosion auch hier die Zeitachse zur Sanierung von Umweltbelastungen weit länger reicht als das vorherrschende Tempo des Ressourcenabbaus bzw. der Ressourcen"kontamination".

EXKURS: Der SRU bezieht sich in seiner bereits erwähnten Kritik am OECD-Indikatorenset u.a. auf die Auswahlkriterien für die Benennung der Indikatoren und auf die fehlende Durchgängigkeit des Systems (SRU 1994, Tz. 169). Als positiv hervorgehoben wird hier, daß im Gegensatz zum ersten OECD-Entwurf (1991) die Problematik der Bodenzerstörung in die nachfolgende Version des Indikatorensystems (1993) integriert wurde. Verkürzt man diese Thematik im wesentlichen auf die Bodenversiegelung, so bleiben wesentliche Prozesse der Bodendegradation wie Bodenerosion, Bodeneutrophierung und insbesondere Bodenkontamination unberücksichtigt - obwohl Baden-Württemberg, der schleppenden Bundesgesetzgebung vorausseilend, bereits ein eigenständiges Bodenschutzgesetz besitzt (BODSCHG v. 24. Juni 1991, vgl. SPILOK 1992) .

Wenn ein System tatsächlich nachhaltig wirtschaften soll, gilt es sowohl die Produktions- als auch die umfassenden Regelungsfunktionen des Bodens zu erhalten. Eine rein quantitative Betrachtung der Ressource (wie Bodenverlust durch Bodenversiegelung) ist dabei bei weitem nicht ausreichend. Da Bodenerosionsprozesse nicht einfach quantifizierbar sind, könnte sich die Erweiterung des Indikatorensets zunächst auf die stoffliche Belastung der Böden konzentrieren. Zur Messung von Stoffkonzentrationen im Bodenprofil stehen heute zahlreiche langjährig erprobte Methoden zur Verfügung.¹⁹ Im Jahresgutachten des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesregierung "Globale Umweltveränderungen" zur Gefährdung der Böden (WBGU 1994) finden sich Ansätze zur ökonomischen Bewertung der Bodendegradation. Dabei werden auch mögliche Indikatoren genannt, anhand derer ein Wertverlust bzw. eine Wertsteigerung der Böden abgelesen werden kann (z.B. Ertragsentwicklungen oder Produktionsmitteleinsatz, der zur Sicherung von Erträgen aufgewendet werden muß).

ABBAU VON FORSTRESSOURCEN (BESSER WALDZUSTAND)

Allein anhand der Umtriebszeiten in unseren Wäldern bzw. Forsten (80-120 Jahre und mehr) ist stets von einer Betroffenheit nachfolgender Generationen auszugehen.

EXKURS: Ob Wälder ökosystemare Funktionen adäquat ausfüllen können, ist nicht allein von einem hinreichenden Ausgleich des Holzeinschlages durch Holzzuwachs abhängig, sondern

¹⁹ vgl. hierzu das Netz von Bodendauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg (UM / LfU 1995).

wesentlich davon, welche Arten nachwachsen und wie sich die innere Struktur des Ökosystemtyps entwickelt: Naturnah (und damit tatsächlich "nachhaltig") bewirtschaftete Waldsysteme zeichnen sich keineswegs durch eine zu allen Zeiten identische Zuwachsrate an Festmetern aus, sondern vielmehr durch zyklische Schwankungen desselben. Eine nachhaltige Forstwirtschaft wird sich unter den Rahmenbedingungen klimatischer Veränderungen in den nächsten Jahren nicht allein auf das lang tradierte, bereits 200 Jahre alte forstwirtschaftliche Nachhaltigkeitskonzept stützen können. Vielmehr sollte der Blick angesichts der Destabilisierung der Fichtenmonokulturen auf einen frühzeitigen Umbau derselben in Buchen-Eichen- und Kiefern-mischbestände gerichtet werden. Denn diesen wird angesichts der Klimaprognosen eine wachsende Bedeutung in Mitteleuropa zukommen.

In Deutschland ist die Menge des eingeschlagenen Holzes derzeit ohnehin niedriger als die jährlichen Zuwachsraten (nach Schätzungen der FAO beträgt der jährliche Zuwachs in Deutschland ca. 60 Mio m³, der jährliche Einschlag dagegen nur ca. 30-35 Mio m³. 80 Mio m³ unseres Holzverbrauchs stammen aus dem Import von Rohholz, Halbfertig- und Fertigprodukten (ENQUETE-KOMMISSION 1994). Allein schon zur Vermeidung nicht-nachhaltigen Transportaufkommens wäre eine stärkere Nutzung der regionalen Holzvorräte sinnvoll; somit ergibt sich die Konsequenz, daß eine Meßgröße "Holzeinschlag" derzeit eigentlich "reziprok" interpretiert werden muß.

Auch in Baden-Württemberg sind für die Einschränkungen der vielfältigen ökologischen Leistungen und Sozialfunktionen der Wälder vielmehr Schadstoffe und die Folgen waldbaulicher Fehler verantwortlich. Daten aus der Waldinventur und aus den forststatistischen Jahrbüchern zur Zusammensetzung und aktuellen Bewirtschaftung der Waldbestände sowie eine Auswertung der Ergebnisse der Waldschadensinventur werden für Baden-Württemberg ein realistischeres Bild von der Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung zeichnen, als dies auf der Basis des OECD- Indikators "Holzeinschlag" möglich ist.

RÜCKGANG DER ARTENVIELFALT SOWIE DER VIELFALT VON LANDSCHAFTEN UND ÖKOSYSTEMEN

Der Verlust von Arten ist innerhalb menschlicher Zeiträume nicht wieder ausgleichbar, da Artbildungsprozesse (insbesondere bei höheren Arten) über Jahrmillionen verlaufen. Das bedeutet, jeder Artverlust heute ist für nachfolgende Generationen mit potentiellen Nutzungseinschränkungen verbunden. Der Schutz von Arten wird - aus Nutzersicht - z.B. insofern diskutiert, daß pflanzliche Inhaltsstoffe, die möglicherweise zu Medizinalzwecken genutzt werden können, erhalten werden müssen. Im übrigen bemühen sich Land- und Forstwirtschaft verstärkt um den Erhalt der biogenetischen Ressourcen. Und schließlich ist

das ethisch mitzudefinierende Wohlfahrtsniveau nachfolgender Generationen auch vom Aussterben ökonomisch "unnützer" Arten betroffen.

Das Endziel von Renaturierungsmaßnahmen stellt die Wiederherstellung naturnaher Verhältnisse in veränderten Ökosystemen dar. Mit Ausnahme von Pionierbiotopen ist hierbei mit Zeiträumen von 200 - 1.000 Jahren zu rechnen (JEDICKE 1994). Die Regeneration eines Hartholzauwaldes z.B. dauert ca. 150 - 200 Jahren, die einer Heide oder eines Bruchwaldes 250 - 1.000 Jahre (HABER ET AL. 1993). Solch lange Entwicklungszeiträume überschreiten menschliche Planungshorizonte, so daß eine gezielte Biotopentwicklung nicht mehr möglich ist. Darüberhinaus bestehen große Unsicherheiten bezüglich der tatsächlichen Entwicklung der Ökosysteme.

Innerhalb einer Generation sind nur Biotoptypen wie Ackerwildkrautfluren, nitrophile Hochstaudenfluren, bodensaure Gebüsch- und Hecken oder artenärmere einschürige Mähwiesen regenerierbar. Grundsätzlich läßt sich aber kaum ein Landschafts- oder Ökosystemtyp gänzlich mit seiner ursprünglichen Artenzusammensetzung wiederherstellen (RIECKEN, 1992). Dagegen ist zu erwarten, daß die Ökosysteme nach Abschluß ihrer - i.d.R. generationenüberschreitenden - Regeneration wieder die ursprünglichen Funktionen im abiotischen Landschaftshaushalt (Bodenfunktionen, Wasserhaushalt, Mikro-/Mesoklima) übernehmen können. Ein "time-lag" für die "Nutzungsmöglichkeiten" der nachfolgenden Generationen verbleibt indes.

EXKURS: Grundsätzlich erscheint es problematisch, die nachhaltige Nutzung der Ressourcen im Sinne einer reinen Zahlenarithmetik zu beurteilen (z.B. Anzahl von Rote Liste-Arten oder Biotoptypen, Größe geschützter Flächen, Holzzuwachs in Forstökosystemen etc.). Im ökologischen System geht es nicht nur um die Existenz der Einzelelemente sondern ganz wesentlich um deren funktionale Leistungen und funktionalen Beziehungen zueinander. Entscheidend ist daher im Hinblick auf das nachhaltige "Funktionieren" von Ökosystemen nicht nur die Frage "Wieviele Arten haben wir mittlerweile auf den Roten Listen", sondern z.B. welche "diagnostisch wichtige" Arten, die für wesentliche Funktionen in den Ökosystemen stehen, sind derzeit im Rückgang begriffen, oder auch wo gehen diese Arten oder Biotope am deutlichsten zurück? Entspricht die Artenausstattung eines Naturraums den zugehörigen Leitbildern für Natur und Landschaft ?

Das Problem einer sinkenden Biodiversität reduziert sich darüberhinaus nicht nur auf den Rückgang von Artenzahlen, sondern auch auf den Verlust genetischen Materials in unterschiedlichen Provenienzen. Angesichts der bevorstehenden Klimaänderung wird z.B. für die (wirtschaftliche) Zukunft des Waldbaus ganz entscheidend sein, welches "Angebot" an unterschiedlichen Ökotypen noch zur Verfügung steht, um standort- und insbesondere

klimaangepaßte Bestände aufbauen zu können. Entscheidend für die "nachhaltige Entwicklung" eines Systems kann auch nicht allein die Zahl und Größe geschützter Flächen in Baden-Württemberg sein. Mindestens genauso relevant sind die Fragen: Existieren konkrete Konzepte zum Management der Schutzgebiete und v.a. der "Normallandschaft", stehen effektive Instrumente zur Umsetzung dieser Konzepte zur Verfügung, wie liegen wertvolle Landschaftsausschnitte im Verbund mit anderen Ökosystemen usw. ? Längst hat sich der Naturschutz von seinem Reservatsdenken bzw. der ausschließlichen Fixierung auf die Schutzgebiete gelöst.

ABBAU VON DEPONIERESSOURCEN (ABFALL)

Die voraussichtlichen Restlaufzeiten der Deponien in Deutschland sinken in den "alten" Ländern ca. 2015 unter den Wert von 50 Jahren (DTSCH. BUNDESTAG 1994). Doch könnten - neben der Abfallvermeidung und der Kreislaufwirtschaft - Neuausweisungen getätigt werden - dies stellt in erster Linie eine gesellschaftliche Akzeptanzfrage dar. Bei diesem Themenfeld könnte jede Generation die nachfolgende weit mehr entlasten, als dies bislang tatsächlich geschieht. Sondermüll sowie radioaktive Abfälle stellen ohnehin generationenüberschreitende Themenfelder dar.

ABBAU FOSSILER ENERGIETRÄGER

Wann mit einer Erschöpfung fossiler Energieträger zu rechnen ist, ist bekanntlich wesentlich von der Neuerschließung von Lagerstätten abhängig. Prognosen aus den 60er und 70er Jahren, die eine Erschöpfung der Ressourcen bereits in diesem Jahrtausend zum Inhalt hatten, haben sich als nicht zutreffend erwiesen. Dennoch ist zu erwarten, daß jede Neuerschließung von Lagerstätten mit einem vergleichsweise höheren Kosten- und Energieinput verbunden sein wird als bisher. Die Notwendigkeit einer Begrenzung der Nutzung fossiler Energieträger wird heute zunehmend mit der Emissionsproblematik begründet; mit einer Realisierung der international vertraglich vereinbarten CO₂-Reduzierung werden stets Nutzungseinschränkungen fossiler Energieträger verbunden sein.

3. Schlußbetrachtung

Der Versuch, insbesondere mit Hilfe der Zeitachse - also der Frage, inwieweit nachfolgende Generationen überhaupt in ihren Nutzungsmöglichkeiten von Umweltgütern behindert werden könnten - eine Einschränkung und somit bessere Operationalisierung eines Indikatorensatzes für "Nachhaltigkeit" zu erlangen, mißlingt. Es kann auch auf diesem Wege keine Unterscheidung in "Nachhaltigkeitsindikatoren" einerseits sowie "Umweltindikatoren"

andererseits gefunden werden. Einem Indikator "Eutrophierung" bzw. einer Meßgröße "Nitrat" kann also nicht per se eine mehr oder minder wichtige Rolle in der Nachhaltigkeitsdiskussion zugebilligt werden.

Auch kann das erforderliche ökologische Indikatorenset nicht so pauschal sein, daß damit "Nachhaltigkeit" nicht valide gemessen werden kann. In Baden-Württemberg gibt es dazu jedoch in weiten Bereichen eine fundierte Basis, wie z.B. ein Blick in die "Umweltdaten" zeigt (UM/LfU 1995, Ausgabe 93/94). Das "ökologische Handwerkszeug" als Beitrag zur "Messung von Nachhaltigkeit" steht also durchaus bereit.²⁰

So verdichtet sich die These, daß zur "Messung von Nachhaltigkeit" - neben der Bereitstellung eines adäquaten ökologischen Indikatorensets - auch andere Wege beschritten werden müssen. Woran es weit mehr zu mangeln scheint, sind sozio-ökonomische Ansätze, die tatsächlich konsensfähig mit dem "ökologischen Handwerkszeug" verknüpft werden können. Denn ein pauschales Abstufen des Prinzips einer "starken" zu einer "schwachen" Nachhaltigkeit wird einer breiten Akzeptanz des Gedankens der "Nachhaltigkeit" kaum förderlich sein. Schon das ökonomische Postulat der Substituierbarkeit verletzt elementare ökologische Grundlagen. "Heute ist das Naturkapital der knappere Wirtschaftsfaktor geworden und bereits die wirtschaftliche Logik - ohne Bemühung der Ökologie - würde gebieten, dessen Produktivität nicht nur zu erhalten, sondern zu stärken !" (HABER 1994).²¹

Ein Verzicht auf die normative Ebene bei Indikatorenansätzen läßt sich kaum durchhalten. Das Etablieren von Umweltqualitätszielen im Kontext von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen einerseits und dem gesellschaftlichen "Wollen" andererseits bedeutet ja nicht, daß diese Ziele auf dem Wege immer neuer Vorschriften durchgesetzt werden sollen. Auch wenn Nachhaltigkeit auf der Basis von Anreizen (oder gar "freiwillig") verfolgt werden soll, muß zumindest ein näher beschriebenes Ziel die Richtung und das - empfehlenswerte -

²⁰ Immer wieder treten Einschränkungen der "Leistungsfähigkeit" der Ressourcen allerdings *unerwartet* ein. Für die Beurteilung, inwieweit und wann lokal verursachte Umweltveränderungen Konsequenzen für das Wirtschaftssystem zeitigen werden, ist desweiteren offen, in welcher Form globale Umweltveränderungen diese *überlagern*.

²¹ Sicher übernimmt für uns ein Bach oder ein Fluß die "biologische Selbstreinigung" gewisser (nicht übermäßiger) Abwasserfrachten. Und doch begeben wir uns auf dünnes Eis, wenn wir auf diesen kostenlosen Service des Naturhaushalts setzen wollen. Denn mittlerweile fließt nenneswertes künstliches Kapital z. B. in den Versuch der Renaturierung unserer Landschaften oder den Bau von Abwasserbehandlungsanlagen. Wenn darauf gesetzt wird, daß einem Abbau natürlichen Kapitals ein adäquater Aufbau von künstlichem Kapital gegenüberstehen müsse, dann sollten auch explizit diese Sanierungskosten der natürlichen Ressourcen bei ihren Nachhaltigkeitsbedingungen mitberücksichtigt werden. Wie sehr derartige Aufwände ("Altlasten") ganze Volkswirtschaften - generationenüberschreitend - belasten können, erleben wir derzeit z.B. in den Staaten der ehemaligen Sowjetunion - sowie in abgeschwächter Form den sog. neuen Bundesländern.

Tempo auf diesem Wege weisen können. Um schließlich ein (landesweites, regionales) System auf die Nachhaltigkeit seiner Entwicklung hin beurteilen zu können, bedarf es zudem einer konsequenten Analyse seiner Input-Output-Beziehungen.

Es ist sicher nicht von der Hand zu weisen, daß die bislang (in Deutschland, in Baden-Württemberg) verfolgten ökonomischen Leitlinien zu einem wachsenden Wohlfahrtsniveau geführt haben. Und dennoch entstand ja gerade aus der Kenntnis heraus, daß dieser Zugewinn die Tragfähigkeit der Umwelt zu überschreiten droht, die Diskussion um das Prinzip "Nachhaltigkeit" - was immer darunter konkret zu verstehen sein mag und wie auch immer an seiner Umsetzung gearbeitet werden kann.

Literatur:

DEUTSCHER BUNDESTAG, 12. WAHLPERIODE, 1994: Umweltpolitik. Umwelt 1994 - Politik für eine nachhaltige, umweltgerechte Entwicklung. Bundestagsdrucksache 12/8451.

ENQUETE-KOMMISSION "SCHUTZ DER ERDATMOSPHERE" des 12. Deutschen Bundestages (Hrsg.), 1994: Schutz der Grünen Erde - Klimaschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft und Erhalt der Wälder, Bonn.

ENQUETE-KOMMISSION "SCHUTZ DER ERDATMOSPHERE" des 12. Deutschen Bundestages (Hrsg.), 1995: Mehr Zukunft für die ERDE - Nachhaltige Energiepolitik für dauerhaften Klimaschutz, Bonn.

HABER, W., 1994: Ist Nachhaltigkeit (sustainability) ein tragfähiges ökologisches Konzept? Verh. Ges. Ökologie, Bd. 23, 7-17.

HABER, W., LANG, R., JESSEL, B., SPANDAU, L., KÖPPEL, J., SCHALLER, J., 1993: Entwicklung von Methoden zur Beurteilung von Eingriffen nach § 8 Bundesnaturschutzgesetz. Nomos: Baden-Baden. 290 S.

HOFFMANN-KROLL, R., SCHÄFER, D., SEIBEL, S., 1995: Indikatorensystem für den Umweltzustand in Deutschland. Wirtschaft und Statistik, H. 8, S. 589-597.

JEDICKE, E., 1994: Biotopschutz in der Gemeinde. Neumann: Radebeul.

KERNER, H.F., SPANDAU, L., KÖPPEL, J.G. (HRSG.) 1991: Methoden zur angewandten Ökosystemforschung. Werkstattbericht, entwickelt im MAB-Projekt 6 "Ökosystemforschung Berchtesgaden". MAB-Mitteil. des Dtsch. Nationalkomit., Nr. 35.1 und 35.2. Bonn.

- LORCH, J., EGGENSBERGER, P., BAUSCH, T., ORTNER, S. 1995: Nachhaltige Entwicklung im Alpenraum. Unter Mitarbeit von L. GÜNDLING (IUCN) sowie K. SCHÖNTHALER, C. BOSCH, J. KÖPPEL (Bosch & Partner GmbH). Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Forschungsbericht 108 06 008/UBA-FB 94-165. UBA-Texte 15/95.
- PFISTER, G., 1996: Ansatzpunkte regionaler Nachhaltigkeitspolitik aus ökonomischer Sicht. IAW-Mitteilungen 4/95, S. 4- 16.
- PFISTER, G. & RENN, O., 1995: Ein Indikatorensystem zur Messung einer nachhaltigen Entwicklung in Baden-Württemberg. Akademie für Technikfolgenabschätzung Baden-Württemberg, September 1995.
- RADKE, V., 1995: Sustainable Development - eine ökonomische Interpretation. ZAU, Jg. 8, H. 4, S. 532-543.
- RIECKEN, U. (1992): Grenzen der Machbarkeit von "Natur aus zweiter Hand". Natur und Landschaft, 67(H. 11): 527 - 535.
- SCHÖNTHALER, K., BOSCH, C., KÖPPEL, J., 1995: Schritte zur Operationalisierung des Leitbildes einer "nachhaltigen Entwicklung" im Alpenraum. In: LORCH ET AL., 1995: Nachhaltige Entwicklung im Alpenraum. Forschungsbericht 108 06 008, im Auftrag des Umweltbundesamtes. UBA-Texte 15/95: 67-92.
- SCHÖNTHALER, K., KERNER, H.F.M, KÖPPEL, J., SPANDAU, L., 1994: Konzeption für eine ökosystemare Umweltbeobachtung. Pilotprojekt für Biosphärenreservate. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Abschlußbericht zu F+E-Vorhaben, UFOPLAN-Nr. 101 04 0404/08.
- SCHÖNTHALER, K., SPILOK, G., 1992: Bodenschutzgesetz Baden-Württemberg. Kurzkomentierung. Kohlhammer, Stuttgart: 115 S.
- SRU (RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN), 1990: Allgemeine Ökologische Umweltbeobachtung - Pilotprojekt für Biosphärenreservate. Deutscher Bundstag, Drucksache 11/8123.
- SRU (RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN), 1994: Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Metzler-Poeschel, Stuttgart: 380 S.
- UBA (Umweltbundesamt), 1994: Daten zur Umwelt 1992/93. E. Schmidt: Berlin. 688 S.
- UM/LfU (UMWELTMINISTERIUM/LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG), 1995: UMWELTDATEN 93/94.
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG "GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN (WBGU), 1994: Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden - Jahresgutachten 1994, Bremerhaven.