



*„Steigerung der Ressourcenproduktivität  
als Kernstrategie einer nachhaltigen Entwicklung“*

Projekt im Auftrag des BMBF



Projekt **Ergebnisse**

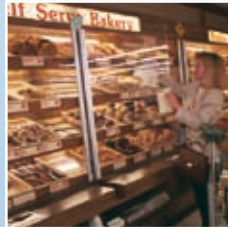
# Informationssysteme zur Erhöhung der Ressourcenproduktivität

Ansätze auf Mikro-, Meso- und Makro-Ebene

Wuppertal, Oktober 2006

**Bearbeitet von:**

Dr. Helmut Schütz  
Dipl.-Ing. Michael Ritthoff



**Projektlaufzeit:** 07/2005 – 03/2007

**Projektleitung:**

Prof. Dr. Raimund Bleischwitz / Dr. Kora Kristof / Dr. Christa Liedtke  
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie GmbH  
Forschungsgruppe Stoffströme und Ressourcenmanagement  
Forschungsgruppe Nachhaltiges Produzieren und Konsumieren

42103 Wuppertal, Döppersberg 19

Tel.: 0202-2492 -256 /-183, Fax: 0202-2492 -250

E-Mail: [raimund.bleischwitz@wupperinst.org](mailto:raimund.bleischwitz@wupperinst.org)  
[kora.kristof@wupperinst.org](mailto:kora.kristof@wupperinst.org)

Weitere Informationen zum Projekt „Steigerung der Ressourcenproduktivität  
als Kernstrategie einer nachhaltigen Entwicklung“  
finden Sie unter [www.ressourcenproduktivitaet.de](http://www.ressourcenproduktivitaet.de)

Gefördert wird das Vorhaben im Rahmen des Förderprofils  
„Technologie und Innovationsförderung“ durch das BMBF  
(Projekträger: GSF)  
Förderkennzeichen: 07RP001



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



GSF – Forschungszentrum  
für Umwelt und Gesundheit  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

## Inhaltsverzeichnis

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>Ressourcenproduktivitätsprojekt – der Hintergrund</b>  | <b>6</b> |
| <b>2</b> | <b>Informationssysteme zur Erhöhung der Ressourcenproduktivität:<br/>Ansätze auf Mikro-, Meso- und Makro-Ebene</b>  | <b>7</b> |
| 2.1      | Messmethoden und Indikatoren zu Ressourcenproduktivität auf der<br>Makro- und Meso-(Top-Down)-Ebene   | 8        |
| 2.1.1    | Zusammenfassung   | 8        |
| 2.1.2    | Methodischer Entwicklungsstand und Daten auf der Makro-Ebene  | 10       |
| 2.1.2.1  | Rohstoff- bzw. Materialproduktivität  | 10       |
| 2.1.2.2  | Wasserproduktivität   | 11       |
| 2.1.2.3  | Energieproduktivität  | 11       |
| 2.1.2.4  | Emission von Treibhausgasen   | 11       |
| 2.1.3    | Anwendung der Methodik und Indikatoren der deutschen<br>Nachhaltigkeitsstrategie im internationalen Kontext   | 12       |
| 2.1.3.1  | Material  | 12       |
| 2.1.3.2  | Wasser  | 12       |
| 2.1.3.3  | Energie   | 12       |
| 2.1.3.4  | THG Emissionen  | 13       |
| 2.1.4    | Methodische Grundlagen der sektoralen Zurechnung von<br>Stoffströmen, insbesondere des Ressourcenaufwandes, auf der<br>Meso-Ebene durch Input-Output-Analysen | 13       |
| 2.1.4.1  | Material  | 13       |
| 2.1.4.2  | Wasser und Energie  | 14       |
| 2.1.4.3  | THG Emissionen  | 14       |
| 2.1.4.4  | Schlussfolgerungen  | 15       |
| 2.1.5    | Ebenenübergreifend: Statistische Grundlagen mit Bezug zur<br>Ressourcenmessung  | 16       |
| 2.1.6    | Einschätzung der Nützlichkeit der gesetzlichen Grundlagen zu<br>Statistiken für die Messung von Ressourcen auf betrieblicher<br>Ebene und Unternehmensebene   | 20       |
| 2.1.7    | Literatur   | 21       |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 2.2      | Messmethoden und Indikatoren zu Ressourcenproduktivität auf der Mikro- und Meso-(Bottom-Up)-Ebene                           | 21        |
| 2.2.1    | Lebenszyklusanalysen  | 22        |
| 2.2.2    | Ökobilanzdatenbanken  | 23        |
| 2.2.3    | Betriebliche Kostenrechnungsansätze   | 23        |
| 2.2.4    | Bilanzen  | 23        |
| 2.2.5    | Umweltmanagement  | 24        |
| 2.2.6    | Unternehmensberichte  | 24        |
| 2.2.7    | Lageberichte  | 25        |
| 2.2.8    | Umweltstatistikgesetz   | 25        |
| 2.2.9    | Schlussfolgerungen  | 25        |
| 2.3      | Ebenenübergreifende Schnittstellenanalyse – Sind die Methodiken auf der Makro-, Meso- und Mikroebene kompatibel gestaltbar? | 26        |
| <b>3</b> | <b>Schlussfolgerungen</b>   | <b>36</b> |

## Anhang

Der Anhang ist in eine Extradatei ausgelagert.

## Tabellen

|  |    |
|--|----|
| Tab. 1: Zusammenfassung der Analyseraster im Anhang zu AP 1.1  | 9  |
| Tab. 2: Gesetzliche Grundlagen zur Ressourcenmessung - Material  | 16 |
| Tab. 3: Gesetzliche Grundlagen zur Ressourcenmessung - Wasser  | 17 |
| Tab. 4: Gesetzliche Grundlagen zur Ressourcenmessung - Energie   | 18 |
| Tab. 5: Gesetzliche Grundlagen zur Ressourcenmessung -<br>Treibhausgasemissionen                               | 19 |
| Tab. 6: Gesetzliche Grundlagen zur Ressourcenmessung - Sonstiges   | 20 |
| Tab. 7: Vergleich relevanter Berichtsinstrumentarien für die Ressource<br>Material/Rohstoffe auf allen Ebenen  | 28 |
| Tab. 8: Vergleich relevanter Berichtsinstrumentarien für die Ressource<br>Wasser auf allen Ebenen              | 29 |
| Tab. 9: Vergleich relevanter Berichtsinstrumentarien für die Ressource<br>Energie auf allen Ebenen             | 30 |
| Tab. 10: Vergleich relevanter Berichtsinstrumentarien für die<br>Treibhausgasemissionen (THG) auf allen Ebenen | 31 |
| Tab. 11: Berichtsinstrumentarien zur Messung von Ressourcenverbrauch und -<br>produktivität                    | 35 |

## 1 Ressourcenproduktivitätsprojekt – der Hintergrund

Natürliche Ressourcen sind Grundlage aller wirtschaftlichen Aktivitäten. Wohlfahrtssteigerungen können durch eine optimale und effiziente Nutzung der Ressourcen erzielt werden. Das Management der natürlichen Ressourcen ist aber gerade in den letzten Jahren zur Herausforderung geworden. Das anhaltende Wachstum der Weltbevölkerung, die Steigerung der weltweiten Produktion und Preissteigerungen auf den Energie- und Rohstoffmärkten erhöhen den langfristigen Anpassungsdruck zu Effizienzsteigerungen beim Einsatz natürlicher Ressourcen.

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt „Ressourcenproduktivität als Kernstrategie einer Nachhaltigen Entwicklung“ will Möglichkeiten aufzeigen, wie die Rahmenbedingungen wirtschaftlichen Handelns mit betrieblichen und sektoralen Strategien so gestaltet werden können, dass es zu einer tiefgreifenden Erhöhung der Ressourcenproduktivität kommt ([www.ressourcenproduktivitaet.de](http://www.ressourcenproduktivitaet.de)). Die zentralen Projektziele sind:

- **Weiterentwicklung von Informationssystemen** (Arbeitspaket 1) mit dem Ziel einer Aktivierung von Lernprozessen auf betrieblicher, zwischenbetrieblicher und wirtschaftspolitischer Handlungsebene,
- **Hot Spots** (Arbeitspaket 2): Identifizierung von Problembereichen der Ressourcennutzung und von Potenzialen zur Erhöhung der Ressourceneffizienz<sup>1</sup> jenseits vorhandener Trends,
- **Ressourcenpolitik und Ressourcenproduktivitätssteigerungen durch unternehmensübergreifende Instrumente** (Arbeitspaket 3): Entwicklung von Anreizstrukturen und -instrumenten zur Steigerung der Ressourcenproduktivität im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung,
- **Hochrechnung von Verbesserungspotenzialen zur Ressourcenproduktivitätssteigerung** (Arbeitspaket 4): Abschätzung theoretischer sektoraler Verbesserungspotenziale der Ressourcenproduktivität durch die Be- und Hochrechnung der direkten und indirekten Auswirkungen einer Vorleistungseinsatzsenkung, einer veränderten Endnachfragestruktur und ausgewählter Technologien.

---

<sup>1</sup> Ressourcenproduktivität wird in diesem Projekt verstanden als die erzielte Wertschöpfung pro Einheit dafür erforderlicher Ressourcen auf der gesamtwirtschaftlichen oder sektoralen Ebene. Ressourceneffizienz wird verstanden als Verhältnis zwischen technisch-physikalischem oder betrieblichem Output zu den dafür erforderlichen Ressourcen auf der Technologie-, Produkt-, Unternehmens- oder Wertschöpfungskettenebene.

## **2 Informationssysteme zur Erhöhung der Ressourcenproduktivität: Ansätze auf Mikro-, Meso- und Makro-Ebene**

Dieses Arbeitspaket wird klären, welche Parameter für die ökonomische bzw. ökologische Komponente der Ressourcenproduktivität auf den verschiedenen Ebenen - Mikro, Meso, Makro - in konsistenter Weise herangezogen werden können. Ausgangspunkt ist einerseits die Bruttowertschöpfung. Für die Quantifizierung des Ressourceneinsatzes werden andererseits verschiedene Parameter betrachtet.

Dabei wird zum einen auf den stofflichen Ressourceneinsatz fokussiert, mit dem Schwerpunkt auf der Betrachtung des Globalen Materialaufwandes (Total Material Requirement, TMR). Dieser umfasst den gesamten kumulierten Primärmaterialaufwand ohne Wasser und Luft, der mit verschiedenen wirtschaftlichen Aktivitäten verbunden ist.

Zum zweiten wird der Wasserverbrauch als Ressource betrachtet.

Drittens wird der Primärenergieverbrauch als Ressource untersucht.

Viertens werden die Emissionen von Treibhausgasen (THG) als ein Schlüsselindikator auf der Stoffaustragsseite als weiterer ökologischer Parameter herangezogen, um zum einen den Aspekt der Ressourcenproduktivität im Sinne einer erweiterten Öko-Effizienz zu betrachten und zum anderen im weiteren Verlauf des Projekts nach konkreten Möglichkeiten zu suchen, wie Ressourcen- und Klimaschutz synergetisch verbunden werden können.

Ressourcen-Input-Indikatoren wie Primär-Material-, Wasser- und Primär-Energie-Aufwand repräsentieren ein stoffunspezifisches Umweltbelastungspotenzial, das mit dem Umfang der Ressourcennutzung verbunden ist (wobei hier zwischen erneuerbaren und nicht erneuerbaren Ressourcen unterschieden wird). Demgegenüber stellen Indikatoren wie THG-Emissionen spezifische wirkungsorientierte Belastungen heraus. Während erstere Indikatoren zwar wirkungsbezogen unscharf sind, kommt ihnen aufgrund des umfassenden und systembezogenen Ansatzes ein vorsorgender Charakter zu. Demgegenüber sind letztere Indikatoren (nur) auf ausgewählte Wirkungen ausgerichtet und eignen sich zur Kontrolle spezifischer Umweltprobleme (wie der Klimaänderung). Allgemeine und spezifische Indikatoren ergänzen sich auf diese Weise (Bringezu et al. 2003).

Generell wird strikt zwischen Ressourcenaufwand (bzw. -verbrauch) und Ressourcenproduktivität unterschieden. Denn bei der Betrachtung der Ressourcenproduktivität ist zu berücksichtigen, dass eine Steigerung nicht notwendigerweise zu einer Verringerung der Umweltbelastungen führt. Dies wäre nur bei einer „absoluten Abkoppelung“ von Wirtschaftswachstum bzw. Wertschöpfung und Umweltbelastungen der Fall; tatsächlich ist bislang aber in den meisten der untersuchten Länder insbesondere im Hinblick auf Ressourcenaufwendungen nur eine „relative Abkopplung“ nachgewiesen worden, bei der die Wirtschaft weiter wächst bei (langsamer) wachsendem oder gleich bleibend hohem Ressourcenaufwand (Bringezu 2004).

Das am weitesten entwickelte Informationssystem zur Messung von Ressourcenverbrauch stellt gegenwärtig die gesamtwirtschaftliche Darstellung des globalen Gesamtmaterialaufwandes (TMR) im Rahmen der ökonomieweiten Materialflussrechnungen (MFA) dar. Hier liegt ein Fokus der Studie, insbesondere was die Übertragung auf die Ebene der Produktionsbereiche betrifft. Das Konzept der „ökonomieweiten MFA“, der Materialflussrechnungen für nationale Ökonomien, basiert auf frühen Vorarbeiten in den späten 1960er Jahren (Ayres and Kneese 1969). Seine intensive Weiterentwicklung fand es in den 1990er Jahren mit voneinander unabhängigen Arbeiten an nationalen Materialbilanzen für Österreich (Steurer 1992), Deutschland (Schütz und Bringezu 1993, am Wuppertal Institut), und Japan (Japanese Environment Agency 1992). Eine eingehende Schilderung der Entwicklung des Ansatzes findet sich in Bringezu 2004.

Im Folgenden werden die Informationssysteme zur Messung von Ressourcenverbrauch und Ressourcenproduktivität auf Makro- und Meso-Top-Down-Ebene (Kapitel 1.1) und auf Mikro- und Meso-Bottom-Up-Ebene (Kapitel 1.2) eingehend beschrieben und analysiert. Kapitel 1.3 stellt eine ebenenübergreifende Schnittstellenanalyse dar und geht der Frage nach, ob und ggf. wie die Methodiken auf der Makro-, Meso- und Mikroebene kompatibel gestaltbar sein könnten.

## 2.1 Messmethoden und Indikatoren zu Ressourcenproduktivität auf der Makro- und Meso-(Top-Down)-Ebene

### 2.1.1 Zusammenfassung

Generell hatten die Arbeiten in AP 1.1 zum Ziel, Informationssysteme zur Messung von Ressourcenproduktivität auf gesamtwirtschaftlicher (Makro) Ebene sowie auf sektoraler Ebene (Meso-Top-Down<sup>2</sup>) vergleichend im Hinblick auf Daten, Methoden und Indikatoren zu analysieren. Diese Analyse sollte im Kontext der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung sowie internationaler Politikentwicklungen durchgeführt werden, und sie sollte Defizite darstellen und Möglichkeiten aufzeigen diese zu beheben. Ein Schwerpunkt lag dabei auf der Darstellung von transregionalen Verlagerungen von Umweltbelastungen welche im Zuge der Erhöhung der Ressourceneffizienz auftreten können.

Durchgehend für die **Makro- sowie Meso-Top-Down-Ebene** wurden die Informationssysteme zu den Ressourcen Material, Wasser und Energie sowie die Emission von

---

<sup>2</sup> Die Meso-Top-Down Ebene bezieht sich hier auf Produktionsbereiche und Wirtschaftsbereiche nach dem Konzept der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. Der **Produktionsbereich** ist eine Zusammenfassung von homogenen Produktionseinheiten. Die in einem homogenen Produktionsbereich zusammengefassten Tätigkeiten werden durch eine Güterklassifikation bestimmt. Ein Produktionsbereich stellt die in der Klassifikation bezeichneten Waren und Dienstleistungen her, und zwar alle und nur diese. Ein **Wirtschaftsbereich** umfasst eine Gruppe örtlicher fachlicher Einheiten (FE), die gleiche oder ähnliche Tätigkeiten ausüben. Auf der tiefsten Gliederungsstufe umfasst ein Wirtschaftsbereich alle örtlichen FE, die einer (vierstelligen) Klasse der NACE Rev. 1 (Klassifikation der Wirtschaftszweige) angehören und demnach die Tätigkeiten ausüben, die zu der entsprechenden NACE-Position gehören. Synonym werden die Bezeichnungen „Sektoren“ oder „Branchen“ gebraucht. (Nach: <http://forum.europa.eu.int/irc/dsis/nfaccount/info/data/esa95/de/esa00103.htm> ).



Treibhausgasen (THG) in Form von **Analyserastern** untersucht, welche im Rahmen der Projektarbeiten zu AP 1.2 entwickelt wurden. Diese werden **im Anhang** aufgeführt, eine **Zusammenfassung für Forschungsbedarf und Politikempfehlungen folgt hier**. Als ökonomische Bezugsgröße zur Berechnung von Ressourcenproduktivität wurde auf der Makro-Ebene das Bruttoinlandsprodukt (BIP) herangezogen, auf der Meso-Ebene die Bruttowertschöpfung (BWS) in Verbindung mit dem direkten Ressourceneinsatz der Sektoren, beides entspricht der Herangehensweise in der amtlichen Berichterstattung.

Die Bestimmung der Materialproduktivität auf der **Meso-Top-Down-Ebene** (Produktionsbereiche oder Wirtschaftsbereiche) war ein Schwerpunkt der eigenen Projektarbeiten. Hierzu sei auf **AP 2.1** verwiesen, in dem **eigene Arbeiten zur sektoralen Zurechnung des globalen Gesamtmaterialaufwands (TMR = Total Material Requirement)** mittels Input-Output Analyse durchgeführt wurden, **sowie Varianten zur Bestimmung der sektoralen Materialproduktivität unter Verwendung verschiedener ökonomischer Kennziffern** diskutiert werden. Für „Rohstoffe“ bzw. „Primärmaterial“, Wasser, Energie und THG gibt es zudem sektorale Ansätze der amtlichen Umweltstatistik, die in o.a. Analyserastern zu AP 1.1 vorgestellt und diskutiert werden, sowie in folgender Tabelle zusammengefasst werden.

Tab. 1 Zusammenfassung der Analyseraster im Anhang zu AP 1.1

| Raster                  | Forschungsbedarf   | Politikempfehlungen  |
|-------------------------|--|--|
| <b>Material – Makro</b> | <p>Weiterentwicklung der Methodik im Hinblick auf international verbindliche Standardisierungen für Daten und Indikatoren. Dies ist ein laufender Prozess zwischen Eurostat, seinen consultants (IFF, Wien und Wuppertal Institut, Forschungsgruppe 3), der Eurostat MFA task force sowie der OECD.</p> <p>Wünschenswert wäre zudem die internationale Weiterentwicklung und Institutionalisierung einer Koeffizientendatenbank für indirekte Materialflüsse von auf dem Weltmarkt gehandelten Gütern, insbesondere Rohstoffen und Vorprodukten.</p> | <p>Diskussion um die Auswahl eines Hauptindikators bzw. eines Indikatorensets zur Messung der Ressourcenproduktivität für Material auf nationaler-, EU-, OECD- und UN-Ebene. Dies sollte ein zentraler Punkt im laufenden Prozess zur thematischen Strategie der EU zur nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen sein. Dieser Bericht kann hierzu einen Beitrag leisten, seine Empfehlungen zielen in Richtung eines optimierten Berichtssystems für den gesamtwirtschaftlichen Ressourcenbedarfs der im In- und Ausland gedeckt wird.</p> <p>In Deutschland: Weiterentwicklung des Indikators „Rohstoffproduktivität“ und stärkere Orientierung an den zuvor angesprochenen internationalen Entwicklungen.</p> |
| <b>Material – Meso</b>  | <p>Für die sektorale Ebene sollte vor allem daran gearbeitet werden, die Zurechnung der physischen Materialinputs auf die empfangenden Sektoren möglichst realitätsnah zu gestalten. Hierzu sollte in Zusammenarbeit mit der Bundesstatistik ein Verfahren entwickelt werden, wie ausgehend von der bereits vorhandenen physischen Input-Output Tabelle für 1995, die zeitliche Entwicklung abgeleitet werden kann.</p>  | <p>Förderung der Entwicklung eines Berichtsinstrumentariums für Wirtschaftssektoren, das im Sinne der Entwicklung auf Makro-Ebene, die Grundlage zur Entwicklung sektoraler Politiken zur Förderung einer Erhöhung der Ressourcenproduktivität in materialintensiven Branchen darstellen kann.</p>   |

| Raster                 | Forschungsbedarf   | Politikempfehlungen  |
|------------------------|--|--|
| <b>Wasser – Makro</b>  | Erweiterung der inländischen Datengrundlage um die über versiegelte Flächen abgeleiteten Wassermengen.<br>Entwicklung einer Datenbasis zur Berechnung der durch importierte (sowie exportierte) Waren im Ausland (bzw. im Inland) hervorgerufenen „Wasserrucksäcke“.   | Förderung einer Studie zur Integration des Themas „Wasser und Ressourcenproduktivität“ in die deutsche nationale Nachhaltigkeitsstrategie, incl. ggf. Ableitung umweltpolitischer Ziele hierzu.  |
| <b>Wasser – Meso</b>   | Analog „Wasser-Makro“ mit Fokus auf der sektoralen Darstellung von Wasserflüssen und „Wasserrucksäcken“.   | Integration der sektoralen Sicht im Rahmen der zuvor genannten zu fördernden Studie.   |
| <b>Energie – Makro</b> | Weiterentwicklung der nationalen Datenbasis zur Berechnung des indirekten Energieverbrauchs welcher im Ausland mit dem Import von Gütern in Deutschland verknüpft ist.   | Anstoß einer Diskussion auf nationaler und internationaler Ebene zum Thema „Verlagerung von Energieverbrauch durch Importe ins Ausland“, dies vor allem im Kontext der Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren für die Thematik Energie.  |
| <b>Energie – Meso</b>  | Analog „Energie-Makro“ mit Fokus auf der sektoralen Darstellung von Energieflüssen und „Energierucksäcken“.  | Integration der sektoralen Sicht im Rahmen des zuvor genannten Prozesses.  |
| <b>THG – Makro</b>     | Unterstützung internationaler Aktivitäten zur Weiterentwicklung methodischer Grundlagen wie:<br>- Diskussion um strittige Fragen zu Äquivalenzfaktoren zur Ermittlung des relativen Treibhauspotenzial;<br>- Einfluss indirekter Wirkungen wie die von Aerosolen.<br>Weiterentwicklung der nationalen Datenbasis zur Berechnung indirekter THG Emissionen welche mit dem Import von Gütern verknüpft sind. | Unterstützung nationaler und internationaler Aktivitäten zur Weiterentwicklung methodischer Grundlagen.<br>Anstoß einer Diskussion auf nationaler und internationaler Ebene zum Thema „Verlagerung von THG Emissionen durch Importe ins Ausland“, dies vor allem im Kontext der Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren für die Thematik Klimawandel. |
| <b>THG – Meso</b>      | Weiterentwicklung methodischer Grundlagen zur Berechnung indirekter Emissionen von THG durch importierte Güter.<br>Zurechnung der direkten und indirekten THG Emissionen auf Gütergruppen für die Kategorien der letzten Verwendung, basierend auf physischen Verflechtungen.  | Förderung der hier vorgeschlagenen Forschungsthemen und Integration sektoraler Besonderheiten in die zuvor genannten Diskussionen.   |

## 2.1.2 Methodischer Entwicklungsstand und Daten auf der Makro-Ebene

Hier wurde die Analyse für die Messung von Rohstoff- bzw. Materialproduktivität, für Wasserproduktivität und für Energieproduktivität durchgeführt, sowie für die Emissionen der sechs THG nach Kyoto. Mit Ausnahme von Rohstoff- bzw. Materialproduktivität sind diese fast ausnahmslos auf die amtliche Umweltberichterstattung beschränkt.

### 2.1.2.1 Rohstoff- bzw. Materialproduktivität

Die Defizite des (offiziellen) Indikators **Rohstoffproduktivität** im Rahmen der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie betreffen vor allem den Ausschluss biotischer Rohstoffe sowie der vorgelagerten, indirekten Materialflüsse (ökologische Rucksäcke) welche mit importierten Waren verknüpft sind. Somit werden (a) Umweltbelastungen in Verbindung

mit der Nutzung biotischer Rohstoffe ausgeblendet, und (b) Verlagerungen von Materialaufwand und Umweltbelastungen ins Ausland nicht hinreichend abgebildet. Die Empfehlungen zur Weiterentwicklung zielen daher in diese Richtung, nämlich (1) die Bezugskategorien um die Biomasse zu erweitern, sowie (2) den **gesamten globalen Materialaufwand (TMR)** der Wirtschaft zu bestimmen, um Fehlinterpretationen auf der Basis der (erweiterten realen) Rohstoffproduktivität zu vermeiden.

### 2.1.2.2 Wasserproduktivität

Im Gegensatz zu Rohstoffen bzw. Material, Energie und THG, hat die Ressource **Wasser** keinen besonderen Stellenwert in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Somit stellt sich die Frage, ob die Empfehlung angebracht ist, das Thema „Wasser und Ressourcenproduktivität“ zu integrieren, incl. ggf. Ableitung umweltpolitischer Ziele hierzu. Hinzu kämen Empfehlungen zur Weiterentwicklung der gesamtwirtschaftlichen „Wasserrechnungen“, z.B. analog zu Material die Einbeziehung der „ökologischen Wasserrucksäcke“ importierter Waren. Dies könnte im Kontext des Schwerpunkts „Wasserpolitik“ im Rahmen von „Globaler Verantwortung“ der deutschen nationalen Nachhaltigkeitsstrategie ein relevantes Thema sein.

### 2.1.2.3 Energieproduktivität

Der Indikator **Energieproduktivität** ist wie die Rohstoffproduktivität Bestandteil der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Auch für Energie ergibt sich die Empfehlung, den indirekten Aufwendungen für importierte Waren mehr Beachtung zu schenken. Diese werden bereits von der amtlichen Statistik ausgewiesen, wenn auch auf Basis der (limitierenden) Annahme gleicher Produktionsstrukturen im Ausland wie in Deutschland. Im Gegensatz zum Inland wird eine deutliche Steigerung des Energieverbrauchs im Ausland durch Importe Deutschlands beobachtet. Zudem könnten methodische Weiterentwicklungen sinnvoll sein.

### 2.1.2.4 Emission von Treibhausgasen

**Treibhausgasemissionen (THG)** werden in Deutschland gemäß internationaler Verpflichtungen nach Kyoto und auf EU-Ebene adressiert. Dieser Indikator ist ebenfalls Bestandteil der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Es gibt konkrete und international verbindliche Reduktionsverpflichtungen. Die Bundesregierung hält zudem eine Weiterentwicklung der Kyoto-Ziele und Aktionsfelder über 2012 hinaus für erforderlich. Methodische Grundlagen und Weiterentwicklungen finden ihre Anwendung in den „Guidelines for national greenhouse gas inventories“ des IPCC. Hierauf basieren die nationalen Berichte, in Deutschland durch das UBA. Wie bei Material und Energie erscheint die Einbeziehung der indirekten THG Emissionen, welche durch Importe hervorgerufen werden, angesichts der unterschiedlichen Trendentwicklungen im Vergleich zu direkten inländischen Emissionen von besonderem Interesse, wobei das gleiche gilt wie für die indirekten Energieaufwendungen, nämlich dass die Annahme gleicher Produktionsstrukturen im Ausland wie in Deutschland einen limitierenden Faktor darstellt. Hier zeichnet

sich im Gegensatz zum Inland eine deutliche Steigerung der THG Emissionen im Ausland, hervorgerufen durch Importe Deutschlands, ab.

### **2.1.3 Anwendung der Methodik und Indikatoren der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie im internationalen Kontext**

#### **2.1.3.1 Material**

Die Methodik der ökonomieweiten **Materialflussanalyse** kann international als etabliert angesehen werden, insbesondere auf EU-Ebene (Eurostat Guide). Aktuell laufen Aktivitäten zur weiteren (finalen) Harmonisierung auf internationaler Ebene (EU und OECD, zu einem späteren Zeitpunkt wird auch das 2005 gegründete „United Nations Committee of Experts on Environmental-Economic Accounting“ einbezogen werden). Der entsprechende Indikator der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, die Rohstoffproduktivität, ist jedoch im internationalen Kontext ohne Bedeutung.

#### **2.1.3.2 Wasser**

Über die Methodik zur Bestimmung der Ressourcenproduktivität in Bezug auf Wasser ist auf internationaler Ebene wenig bekannt, dieses Thema spielt auch in der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie direkt keine Rolle, könnte aber im Zusammenhang mit dem Schwerpunkt „Wasserpolitik“ unter dem Aspekt „Globale Verantwortung“ von Bedeutung sein. Das wäre weiter zu verfolgen.

#### **2.1.3.3 Energie**

Die Methodik der **Energiebilanzen** ist international sehr gut etabliert (OECD, UN). Der (gesamtwirtschaftliche) Indikator Energieproduktivität der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie steht im internationalen Kontext (noch) weitgehend isoliert. Auf EU-Ebene wird Energieeffizienz unter den integrierten Richtlinien des Lissabon Prozesses genannt, es wurde in 2005 ein „Green Paper“<sup>3</sup> zur Energieeffizienz in EU-25 publiziert. Mit Datum 17.5.2006 ist die EU-Richtlinie zur Endenergieeffizienz und zu Energiedienstleistungen offiziell in Kraft getreten<sup>4</sup>. Übergeordnetes Ziel ist die Senkung des Energieverbrauchs um 9 Prozent bis 2017. Die Richtlinie verpflichtet die Mitgliedsstaaten, nationale Aktionspläne zu erarbeiten, wie ab 2008 das Ziel von jährlich einem Prozent weniger Energieverbrauch erreicht werden kann. Ein Aktionsplan für die ersten drei Jahre muss bis zum 30. Juni 2007 bei der Europäischen Kommission eingereicht werden. Ähnlich wird das Thema Energieeffizienz von der Internationalen Energie Agentur (IEA) als prioritär erkannt und in einem Erfahrungsbericht<sup>5</sup> zu Energieeffizienzpolitiken und –programmen in IEA Ländern behandelt.

---

<sup>3</sup> European Commission, DOING MORE WITH LESS - Green Paper on energy efficiency, 2005.

<sup>4</sup> RICHTLINIE 2006/32/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 5. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates. L 114/64, Amtsblatt der Europäischen Union, 27.4.2006.

<sup>5</sup> IEA Information Paper, THE EXPERIENCE WITH ENERGY EFFICIENCY POLICIES AND PROGRAMMES IN IEA COUNTRIES - Learning from the Critics, 2005.

#### 2.1.3.4 THG Emissionen

Die Methodik zur Berechnung der **THG Emissionen** ist auf internationaler Ebene etabliert und wird dort auch weiterentwickelt (IPCC, UN). Die THG Emissionen sind auch ein Indikator der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, die Reduktionsziele sind international verpflichtend.

#### 2.1.4 Methodische Grundlagen der sektoralen Zurechnung von Stoffströmen, insbesondere des Ressourcenaufwandes, auf der Meso-Ebene durch Input-Output-Analysen

##### 2.1.4.1 Material

Erste Zurechnungen des globalen Gesamtmaterialaufwands Deutschlands (**TMR – Total Material Requirement**) auf die sektorale Ebene der intermediären Verwendung bzw. der letzten Verwendung (auch nachfolgend nach Bedarfsebenen) mittels Input-Output Analyse wurden am Wuppertal Institut in den 1990er Jahren durchgeführt (Behrensmeier, Bringezu 1995a,b – siehe auch Anhang). Für die vorliegende Studie wurden diese Berechnungen für Deutschland im Zeitraum 1991 bis 2000 durchgeführt, was im Rahmen von **AP 2.1** zur Analyse der **sektoralen Ressourcenproduktivität bezogen auf den globalen Gesamtmaterialaufwand (TMR)** führte.

Die erste umfassende **physische Input-Output Tabelle<sup>6</sup> (PIOT)** wurde ebenfalls in den 1990er Jahren am Statistischen Bundesamt Deutschland erstellt (Stahmer et al. 1998), u.a. unter Mitarbeit des Wuppertal Institut. Aktuell weist das Statistische Bundesamt (UGR) die direkte Verwendung von **Primärmaterial<sup>7</sup>** nach wirtschaftlichen Aktivitäten (Produktionsbereiche und Konsum der privaten Haushalte) in Zeitreihe 1994 bis 2003 aus. Darauf basierend **wird die direkte Materialproduktivität der Produktionsbereiche** als Bruttowertschöpfung je kg (direkter) Materialeinsatz („Primärmaterial“ bzw. „Rohstoffe“) berechnet. Diese Herangehensweise ist grundsätzlich kompatibel mit den Berechnungen der UGR für die direkten sektoralen Produktivitäten in Bezug auf Wasser und Energie.

Zum anderen fanden Überlegungen statt, wie auf Basis der physischen Input-Output Tabelle für Deutschland 1995 (PIOT 1995) und monetärer IO-Tabellen, **Physische Input-Output-Tabellen** derivativ in Zeitreihe erstellt werden könnten (die zur alternativen sektoralen Zurechnung des TMR genutzt werden sollen). Hierzu hätte jedoch auf Daten zurückgegriffen werden müssen, die weder den beteiligten Projektarbeitern noch der amtlichen Statistik so zur Verfügung standen, und die auch nur mit erheblichem Auf-

---

<sup>6</sup> Im Gegensatz zum TMR wird in der PIOT lediglich der TMI (Total Material Input) auf Ebene der Sektoren abgebildet. Dieser umfasst die inländische verwertete und nicht verwertete Entnahme sowie die direkten Importe, aber nicht - wie im TMR - die ökologischen Rucksäcke der Importe.

<sup>7</sup> Primärmaterial ist laut UGR wie folgt definiert: „Abiotisches Primärmaterial beinhaltet die inländische Entnahme und den Import von abiotischen Rohstoffen und Gütern“, und entspricht somit dem Begriff „Rohstoff“, laut Rohstoffindikator der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. Primärmaterial schließt somit sowohl die Gesamtheit der biotischen Materialien aus, als auch die inländische nicht verwertete Entnahme und die ökologischen Rucksäcke der Importe.

wand überhaupt generiert werden könnten (es handelt sich dabei im wesentlichen um Daten zur vereinheitlichten physischen Produktion aller Sektoren der deutschen Wirtschaft in Tonnen). Davon musste aufgrund der begrenzten Projektressourcen Abstand genommen werden. Stattdessen wurde die sektorale Zurechnung des TMR mithilfe der **monetären Input-Output-Tabellen** durchgeführt, wie in AP 2.1 beschrieben. Diese Herangehensweise birgt vor allem den Nachteil bzw. die methodische Ungenauigkeit, dass die physischen Lieferungen einer Gütergruppe an alle empfangenden Sektoren auf Basis eines angenommenen einheitlichen Preises berechnet werden. Dies entspricht nicht der Realität. Nach persönlichen Informationen aus dem Statistischen Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen, wird seitens der amtlichen Statistik daran gearbeitet, diese Zurechnungsschritte basierend auf realen physischen Daten zu Lieferungen von Gütern an Produktionsbereiche auf einer sehr detaillierten Datengrundlage durchzuführen. Die hierfür erforderlichen Daten stehen Externen jedoch nicht zur Verfügung. Allerdings kann nach Publikation der Ergebnisse des Statistischen Bundesamtes ein Vergleich mit den Ergebnissen nach vereinfachter monetärer Zurechnung, wie in dieser Studie, angestellt werden. Ein Vorteil der hier praktizierten methodischen Herangehensweise kann dennoch darin gesehen werden, dass auf Basis frei verfügbarer und vergleichbarer monetärer Input-Output-Tabellen Analysen zur zeitlichen Entwicklung von Ressourcenproduktivität auf sektoraler Ebene durchgeführt werden können. Dies dürfte angesichts des Aufwands zur Erstellung auf der Ebene physischer Datensätze kaum zu realisieren sein.

#### **2.1.4.2 Wasser und Energie**

Für die Ressourcen **Wasser und Energie** berechnet die amtliche Umweltstatistik (UGR) Produktivitäten auf der Meso-Ebene, d.h. für Wirtschaftsbereiche und Produktionsbereiche. Für Wasser wäre dies die Bruttowertschöpfung je m<sup>3</sup> direktem Wassereinsatz, für Energie die BWS je direktem Primärenergieverbrauch (PEV). Für Energie berechnet die UGR zudem den kumulierten (direkten plus indirekten) Primärenergieverbrauch, einschließlich der Vorleistungen aus dem In- und Ausland, der Produktionsbereiche sowie der Gütergruppen für die letzte Verwendung, weist diesen jedoch nicht als Produktivität aus.

#### **2.1.4.3 THG Emissionen**

Die direkten **Emissionen von THG** werden von der amtlichen Umweltstatistik (UGR) auf der Meso-Ebene für Produktionsbereiche und Haushalte ausgewiesen. Die kumulierten (direkten plus indirekten) THG werden, wie für Energie, nach Produktionsbereichen sowie Gütergruppen für die letzte Verwendung ausgewiesen.

#### 2.1.4.4 Schlussfolgerungen

**Generelle Zielrichtung** sollte die (Weiter-)Entwicklung von Methodiken und Indikatoren zur Messung von Ressourcenproduktivität auf gesamtwirtschaftlicher und auf sektoraler Ebene sein, welche die transregionalen Effekte gebührend abbilden können, und zudem die nationale Ebene im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie mit den Aktivitäten auf internationaler Ebene im Rahmen harmonisierter Systeme in Einklang bringen.

Durchgehend wird für die betrachteten Ressourcen Material, Wasser und Energie (sowie für Treibhausgas –THG- Emissionen) **Bedarf an methodischer Weiterentwicklung** gesehen (dies wird in den jeweiligen Analysen konkret angesprochen – siehe Anhang). Im Wesentlichen geht es darum, international harmonisierte Datenbasen und Berechnungsgrundlagen für die physischen Ressourcen und der daraus abgeleiteten Indikatoren zu erreichen. Der Fokus liegt hierbei in unserer Studie auf dem Indikator Rohstoffproduktivität der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, der sowohl im Hinblick auf internationale Vergleichbarkeit als auch unter dem Gesichtspunkt der umfassenden Darstellung des globalen Ressourcenaufwands unbedingt als verbesserungsbedürftig angesehen werden muss.

Durchgehend werden für alle Ressourcen (außer Wasser) bzw. THG aus der zeitlichen Entwicklung die **Notwendigkeit der Erfassung der indirekten Aufwendungen**, welche mit der Einfuhr von Gütern verknüpft sind, erkennbar. Diese werden zwar zum Teil bereits erfasst (außer für Wasser), finden aber im Rahmen der Indikatoren und Ziele der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie bislang keine Beachtung.

Zudem weist die Erfassung der indirekten Aufwendungen nach amtlicher Statistik das grundlegende **Defizit** auf, dass von **gleichen Produktionsstrukturen im Inland wie im Ausland** ausgegangen wird. Hier sollte eine Datenbasis entwickelt werden, die spezifische Informationen zu ausländischen Produktionssystemen bereitstellt. Eine solche Datenbasis wurde am Wuppertal Institut für die indirekten Materialflüsse (bezogen auf die physischen Importe Deutschlands und der EU) entwickelt, dies sollte auf die Ebene der amtlichen Statistik übertragen werden.

Die Darstellung von **Ressourcenproduktivität auf der Meso-Ebene** nach amtlicher Umweltberichterstattung bildet lediglich jeweils den direkten Ressourceneinsatz der Sektoren ab (direkter Einsatz von „Rohstoffen“, direkter Primärenergieverbrauch, direkter Wassereinsatz). Hier werden basierend auf den Ergebnissen aus den eigenen, weiterführenden Input-Output-Analysen Schlussfolgerungen für den Forschungsbedarf gezogen (siehe AP 2.1).

Die **Ressourcenproduktivität für Wasser** findet keine Beachtung in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Hier könnte weiter untersucht werden, welche Gründe für eine künftige Berücksichtigung sprechen, und ob es international vergleichbare Ansätze gibt. Zudem könnte hier der (mögliche) Bezug zum Schwerpunkt „Wasserpolitik“ im Rahmen von „Globaler Verantwortung“ der Nachhaltigkeitsstrategie untersucht werden.

### 2.1.5 Ebenenübergreifend: Statistische Grundlagen mit Bezug zur Ressourcenmessung

Regelungen mit Bezug zur Messung von Ressourcen auf Makroebene, die auf betrieblicher oder Unternehmensebene basieren, finden sich in den folgenden Gesetzen über Statistiken:

Tab. 2 Gesetzliche Grundlagen zur Ressourcenmessung - Material

| Gesetz              | Ressource | Sektor   | Betrieb/ Unternehmen  | Berichtsgegenstand  |
|---------------------|-----------|--|---|---|
| <b>Zu Material:</b> |           |  |   |   |
| ProdGewStatG        | Material  | Produzierendes Gewerbe mit 5 Hauptgruppen:<br>- Bergbau – Bb<br>- Verarbeitendes Gewerbe – VG<br>- Gewinnung von Steinen und Erden – GSE<br>- Energie- und Wasserversorgung – EW<br>- Baugewerbe – Bau | (1) Bei höchstens 24.000 Unternehmen im Bb/VG/GSE jährlich<br><br>(2) Bei höchstens 12.000 Unternehmen im Baugewerbe jährlich<br><br>(3) Bei höchstens 1.400 Unternehmen in der Energieversorgung sowie bei höchstens 3.000 Unternehmen der Wasserversorgung jährlich | Material- und Wareneingang bei (1) bis (3), bei (3) Material- und Wareneingang nur für Unternehmen, während für fachliche Unternehmensteile der Materialverbrauch und der Wareneinsatz erhoben werden.<br>Berichtspflicht: Alle Jährlich. |
| RohstoffStatG       | Material  | Eisen- und Stahlindustrie  | (1) bei Betrieben und fachlichen Betriebsteilen, die Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen erzeugen<br>(2) bei Unternehmen, die Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen erzeugen<br>(3) bei Unternehmen des lagerhaltenden Stahlhandels                                   | Bei (1): Materialaufkommen und –verbrauch (selektiv) sowie Lieferungen von Erzeugnissen<br>Bei (2): nur Liefermengen<br>Bei (3): Absatz von Stahlerzeugnissen.<br>Berichtspflicht: Alle monatlich.  |



Tab. 3 Gesetzliche Grundlagen zur Ressourcenmessung - Wasser

| Gesetz            | Ressource | Sektor   | Betrieb/ Unternehmen   | Berichtsgegenstand  |
|-------------------|-----------|--|--|---|
| <b>Zu Wasser:</b> |           |  |  |   |
| UStatG            | Wasser    | <p>(1) öffentliche Wasserversorgung</p> <p>(2) nichtöffentliche Wasserversorgung</p> | <p>(1) Anstalten, Körperschaften, Unternehmen und anderen Einrichtungen, die Anlagen für die öffentliche Wasserversorgung betreiben</p> <p>(2) nichtöffentliche Betriebe, die Wasser gewinnen oder die einen Fremdbezug an Wasser von mindestens 10.000 Kubikmeter pro Jahr haben.</p> | <p>(1) a) Gewinnung nach Wasserarten, Menge und Ort der Gewinnungsanlage, b) Bezug sowie Abgabe von Wasser nach Menge, Liefer- und Abnehmergruppen, c) Abgabe von Wasser an Letztverbraucher nach der Menge und Zahl der versorgten Einwohner, sowie d) Eigenbedarf und Messdifferenz nach Menge. Berichtspflicht: Alle drei Jahre, beginnend mit dem Berichtsjahr 2007.</p> <p>(2) a) Gewinnung von Wasser nach Wasserarten sowie Bezug und Abgabe von Wasser, jeweils nach Menge, b) Verwendung von Wasser nach Menge, getrennt nach Einsatzbereichen der Einfach-, Mehrfach- und Kreislaufnutzung, c) Herkunft und Verbleib des ungenutzten Wassers und Abwassers nach Menge und Ort der Einleitstelle des Abwassers. Berichtspflicht: Alle drei Jahre, beginnend mit dem Berichtsjahr 2007.</p> |

Tab. 4 Gesetzliche Grundlagen zur Ressourcenmessung - Energie

| Gesetz             | Ressource | Sektor  | Betrieb/ Unternehmen   | Berichtsgegenstand   |
|--------------------|-----------|---|--|--|
| <b>Zu Energie:</b> |           |   |  |  |
| EnStatG            | Energie   | <p>(1) Elektrizitätswirtschaft</p> <p>(2) Gaswirtschaft</p> <p>(3) Wärmewirtschaft</p> <p>(4) Kohlen Im- und Exporteure</p> <p>(5) Erneuerbare Energieträger</p> <p>(6) Bergbau (Bb), Gewinnung von Steinen und Erden (GSE), Verarbeitendes Gewerbe (VG).</p> | <p>Bei (1): bei höchstens 1.000 Anlagenbetreibern zur Erzeugung von Elektrizität, Wärme und KWK (1a), sowie bei allen Betreibern von zur eigenen Versorgung bestimmten Anlagen zur Erzeugung von Elektrizität einschließlich der Anlagen zur Erzeugung von Elektrizität und Wärme in Kopplungsprozessen (1b).</p> <p>Bei (2): bei allen Betreibern von Anlagen zur Gewinnung, Erzeugung, Durchleitung oder leitungsgebundenen Verteilung von Gas sowie bei Dritten, die sich der Anlagen zur Verteilung bedienen.</p> <p>Bei (3): bei höchstens 1.000 Betreibern von Anlagen zur Wärmeversorgung einschließlich Absorptionsanlagen zur Kälteerzeugung, soweit diese nicht bereits nach § 3 erfasst sind, und bei Dritten, die sich dieser Anlagen zur Verteilung bedienen</p> <p>Bei (4): alle Unternehmen, die Braunkohle, Braunkohlenprodukte, Steinkohle, Steinkohlenkoks oder -briketts ein- oder ausführen,</p> <p>Bei (5): bei höchstens 100 Betreibern von Anlagen zur Erzeugung von Treibstoffen aus Biomasse,</p> <p>Bei (6): bei höchstens 60.000 Betriebe des Bb, GSE und VG.</p> | <p>Bei (1) bis (3): Bezug, Bestand und Einsatz von Energieträgern nach Arten und Wärmegehalt, bei (2) auch Einfuhr und Ausfuhr. Berichtspflicht: Jährlich (monatlich bei 1a).</p> <p>Bei (4): Einfuhr und Ausfuhr nach Arten und Wärmegehalt, sowie Bestand und Abgaben. Berichtspflicht: Monatlich.</p> <p>Bei (5): Einsatz von Bioenergieträgern nach Arten, sowie erzeugte Biokraftstoffe und deren Abgabe, jeweils nach Arten. Berichtspflicht: Jährlich.</p> <p>Bei (6): Energieträgerbilanz nach Arten (aus Bezug, Bestand, Verbrauch und Abgabe), sowie Verwendung nach energetischen und nicht energetischen Zwecken. Berichtspflicht: Jährlich.</p> |

Tab. 5 Gesetzliche Grundlagen zur Ressourcenmessung - Treibhausgasemissionen

| Gesetz                           | Emission von Treibhausgasen                    | Sektor   | Betrieb/ Unternehmen  | Berichtsgegenstand  |
|----------------------------------|--|--|---|---|
| <b>Zu THG:</b>                   |  |  |   |   |
| NIR (nach Klimarahmenkonvention) | Emission von Treibhausgasen nach Arten und GWP | Gesamte Ökonomie sowie nach Produktionsbereichen nach VGR. | Ermittlung der THG Emissionen nach dem „Nationalen System Emissionsinventare in Deutschland“, koordiniert durch das UBA, basiert nicht auf direkten, gesetzlich verankerten, statistischen Erhebungen zu THG Emissionen auf betrieblicher oder Unternehmensebene. Direkte Statistische Daten für THG Emissionen können jedoch direkt nach Prüfung übernommen werden, oder indirekt als Grundlage für Berechnungen der THG genutzt werden (nach dem Prinzip: Aktivitätsrate * Emissionsfaktor = Emission). Zum Beispiel für indirekt: Fachserie 4 des Statistischen Bundesamtes mit Angaben über den Produktions-, Brennstoffverbrauch und Anlagen im Verarbeitenden Gewerbe und im Bergbau. | In Deutschland berichtet in erster Linie das Umweltbundesamt über die Entwicklung der THG Emissionen nach Arten und nach Quellgruppen, in absoluten Mengen und als GWP, im Rahmen des Nationalen Inventurberichts (NIR 2005). Dieser basiert auf den international gültigen Richtlinien des "Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC". Außer dem UBA sind in D die amtliche Statistik auf Bundes- und Länderebene, verschiedene Ministerien, Bundesämter, Verbände, Unternehmen, Forschungseinrichtungen sowie nationaler Experten beteiligt. Die Daten werden auf jährlicher Basis erhoben und fortgeschrieben. |

Tab. 6 Gesetzliche Grundlagen zur Ressourcenmessung - Sonstiges

| Gesetz            | Ressource | Sektor  | Betrieb/ Unternehmen  | Berichtsgegenstand   |
|-------------------|-----------|---|---|--|
| <b>Sonstiges:</b> |           |   |   |  |
| HwStatG           | Keine     | Betriebe und Unternehmen des Handwerks von selbständigen Handwerkern, die in die Handwerksrolle eingetragen sind. | Stichprobe bei höchstens 50.000 Unternehmen von selbständigen Handwerkern, soweit bei ihnen nicht aufgrund des Gesetzes über die Statistik im Produzierenden Gewerbe oder des Gesetzes über die Statistik im Handel und Gastgewerbe monatlich Umsatz und tätige Personen erfasst werden. Die Auswahl der Erhebungseinheiten erfolgt nach mathematisch-statistischen Zufallsverfahren. | Umsatz und Zahl der tätigen Personen. Diese Kenngrößen werden von der amtlichen Statistik als Grundlage zur Zuschätzung statistischer Daten genutzt, u.a. auch für den (physischen) Ressourcenverbrauch. Gleiches gilt für das handwerksähnliche Gewerbe sowie für Dienstleistungsbereiche wie Handel und Gastgewerbe. Berichtspflicht: Vierteljährlich. |

### 2.1.6 Einschätzung der Nützlichkeit der gesetzlichen Grundlagen zu Statistiken für die Messung von Ressourcen auf betrieblicher Ebene und Unternehmensebene

**Material und ProdGewStatG:** Hierzu bedarf es weiterer, detaillierterer Informationen darüber, wie der Material- und Wareneingang erfasst wird. Dies geht aus dem Gesetz nicht hervor. Aus mündlichen Mitteilungen aus dem Statistischen Bundesamt ist bekannt, dass die Statistik des Material- und Wareneingangs im Produzierenden Gewerbe eine wichtige Grundlage zur Erstellung der physischen Input-Output Tabelle ist. Sie bietet eine sehr tief gegliederte Datenstruktur (mehrere tausend Warenkategorien), die somit grundsätzlich auf Unternehmensebene die Ableitung sowohl des direkten als auch des globalen Gesamtmaterialeaufwandes (TMR) einschließlich der ökologischen Rücksäcke ermöglichen sollte. Allerdings ist die Statistik des Material- und Wareneingangs im Produzierenden Gewerbe nicht öffentlich verfügbar, so dass in dieser Studie keine konkreteren Aussagen getroffen werden können.

**Wasser und UStatG:** Hier sollte aufgrund der Berichtspflichten nach Umweltstatistikgesetz (mit der Ausnahme für Betriebe mit weniger als 10.000 Kubikmeter pro Jahr) die Datenverfügbarkeit für die Ebene der Betriebe gegeben sein.

**Energie und EnStatG:** Grundsätzlich bietet die Energieträgerbilanz nach Arten sowie Verwendung nach energetischen und nicht energetischen Zwecken die gewünschte Information zur Darstellung des Primärenergieverbrauchs, auch wenn diese nur bei

höchstens 60.000 Betrieben im Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden, und Verarbeitendes Gewerbe Anwendung findet.

**THG und NIR:** Hier findet die Ermittlung der THG Emissionen nicht direkt auf Basis gesetzlich verankerter statistischer Erhebungen auf betrieblicher oder Unternehmensebene statt. Die Anwendung standardisierter Emissionsfaktoren aus dem IPCC- bzw. UBA-Datenbestand zur Berechnung der THG Emissionen auf betrieblicher Ebene und Unternehmensebene, mittels Multiplikation mit bekannten Aktivitätsraten, sollte dagegen problemlos möglich sein.

### 2.1.7 Literatur

ProdGewStatG: Gesetz über die Statistik im Produzierenden Gewerbe (ProdGewStatG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. März 2002, Stand 5. Januar 2004, ProdGewStatG 245, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2004; download.

RohstoffStatG: Gesetz zur Neuordnung der Statistik der Rohstoff- und Produktionswirtschaft einzelner Wirtschaftszweige (Rohstoffstatistikgesetz – RohstoffStatG) vom 22. Dezember 2003, Stand 7. Januar 2004, RohstoffStatG 255, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2004; download.

UStatG: Umweltstatistikgesetz (UStatG) vom 16. August 2005 - UStatG 707, Stand 25. August 2005, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2005; download.

EnStatG: Gesetz über Energiestatistik (Energiesta HwStatG: Gesetz über die Statistik im Handwerk (Handwerkstatistikgesetz – HwStatG) vom 7. März 1994, Stand 27. Juni 2005, HwStatG 275, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2005; download.

## 2.2 Messmethoden und Indikatoren zu Ressourcenproduktivität auf der Mikro- und Meso-(Bottom-Up)-Ebene

Bei der Betrachtung der Mikro- und Mesoebene ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen unternehmensbezogenen Ansätzen und produktbezogenen Ansätzen.

Zu den produktbezogenen Ansätzen gehören:

- Lebenszyklusanalysen
  - Produktökobilanzen (ISO 14040)
  - Berechnungen des kumulierten Energieaufwands (VDI 4600)
  - Materialintensitätsanalysen
- Ökobilanzdatenbanken
- die betriebliche Kostenrechnungssysteme nutzende Systeme

Zu den unternehmensbezogenen Ansätzen gehören:

- Umweltmanagementsysteme
- Unternehmensberichte
- Statistische Erhebungen

### 2.2.1 Lebenszyklusanalysen

Bei den Lebenszyklusanalysen kommen verschiedene Verfahren zur Anwendung (vgl. Anhang AP 1.2; 1 Lebenswegansätze). Am besten geeignet für die Betrachtung der Ressourcenproduktivität sind Materialintensitätsanalysen<sup>8</sup>, sie werden genau zu diesem Zwecke durchgeführt.

Fallweise eignen sich auch Ökobilanzen für eine Betrachtung der Ressourcenproduktivität. Sie enthalten zahlreiche ökologische Informationen, die für eine Analyse der Ressourcenproduktivität notwendig sind. Aufgrund der starken Outputorientierung der ISO 14040<sup>9</sup> werden wichtige Aspekte für eine inputorientierte Betrachtung in aller Regel aber nicht mit hinreichender Genauigkeit abgebildet. Dies betrifft insbesondere die Rohstoffextraktion und die damit verbundene Abraummengen und nicht verwertete Förderung. Für spätere Prozessschritte sind die Informationen grundsätzlich hinreichend, sie bedürfen aber häufig einer Ergänzung um Informationen aus der Extraktionsphase.

Kaum geeignet sind reine energetische Betrachtungen (etwa nach VDI 4600<sup>10</sup>). Aufgrund der Beschränkung auf Energie bleiben wichtige Ressourcenproduktivitätsaspekte unberücksichtigt.

Gemeinsames Merkmal dieser Verfahren ist, dass sie in aller Regel keinen Bezug zu ökonomischen Kenngrößen herstellen. Ihre Bezugsgrößen sind funktionale Einheiten oder Serviceeinheiten. Ressourcenproduktivität wird hier verstanden als das Verhältnis von Ressourceneinsatz und Nutzen (funktionale Einheit bzw. Serviceeinheit).

Grundsätzlich problematisch ist, dass alle Lebenswegansätze in wichtigen Punkten, etwa Allokationen oder Abschneidkriterien, unterschiedliche Vorgehensweisen zulassen. Damit sind unterschiedliche Untersuchungen häufig nicht konsistent zueinander.

Grundsätzlich werden Lebensweganalysen zur Produktanalyse und -optimierung durchgeführt. Die erfassten Daten sind in der Regel sehr umfangreich. Die Datenbasis ist aufgrund der hohen Detaillierung und des damit verbundenen hohen Aufwands relativ begrenzt, gut erfasst sind Produkte und Stoffe die Gegenstand öffentlicher Debatten sind oder waren (wichtige Werk- und Grundstoffe, Getränkeverpackungen, Energieträger, Baustoffe). Die Logik der Produktbewertung macht es erforderlich Systemgrenzen anzusetzen, die von denen einer Unternehmensbetrachtung oder volkswirtschaftlichen Betrachtung abweichen.

---

<sup>8</sup> Schmidt-Bleek, F. et. al.: MAIA Einführung in die Material Intensitäts-Analyse nach dem MIPS-Konzept; Birkhäuser Verlag, Basel 1998

<sup>9</sup> DIN EN ISO 14040, Ausgabe:1997-08 Umweltmanagement - Ökobilanz - Prinzipien und allgemeine Anforderungen (ISO 14040:1997); Deutsche Fassung EN ISO 14040:1997

<sup>10</sup> VDI 4600, Ausgabe:1997-06 Kumulierter Energieaufwand - Begriffe, Definitionen, Berechnungsmethoden

### 2.2.2 Ökobilanzdatenbanken

Ökobilanzdatenbanken (vgl. Anhang AP 1.2; 1.1-1.5) versuchen Ergebnisse unterschiedlicher Ökobilanzen für die weitere Nutzung in einem einheitlichen System zusammenzufassen. Ein wichtiger Schritt ist dabei die Vereinheitlichung von Systemgrenzen und Abschneidkriterien, die Nutzung einheitlicher Basisprozesse oder ganz einfach die Schaffung eines konsistenten Systems (mit der Ausnahme ProBas<sup>11</sup>). Damit eignen sich solche Datenbanken deutlich besser für weitere Untersuchungen als einzelne Lebensweganalysen. Die grundsätzlichen Beschränkungen der unterschiedlichen Lebenswegansätze (Ökobilanz, kumulierter Energieaufwand, Materialintensitätsanalysen) bleiben davon jedoch unberührt.

### 2.2.3 Betriebliche Kostenrechnungsansätze

Auf der betrieblichen Kostenrechnung aufbauende Ansätze (vgl. Anhang AP 1.2; 2 Betriebliche Kostenrechnungsansätze) haben den Vorteil, dass sie relativ leicht für eine Vielzahl von Produkten Ergebnisse erzielen können. Anders als die Lebenszyklusansätze haben sie auch einen klaren ökonomischen Bezug zu Preisen von Vorprodukten sowie zu Deckungsbeiträgen und damit zu Wertschöpfung und Umsatz. Problematisch ist jedoch, dass die Erhebungszyklen und die Detaillierung der Erhebung sehr unterschiedlich sind und aufgrund des teilweise aufgelösten Produktbezugs (kein lebenszyklusweites Vorgehen) Produktoptimierungen nur eingeschränkt möglich sind.

Grundsätzlich sind die Ergebnisse solcher Untersuchungen nicht öffentlich verfügbar. Auch wenn sie es wären, könnten aufgrund der großen Unterschiede hinsichtlich der erhobenen Daten kaum Vergleiche zwischen Unternehmen durchgeführt werden. Ein wesentliches Problem ist, dass der häufig guten Datenqualität der internen Daten in aller Regel eine nur begrenzte Anzahl verfügbarer Information für vor und nachgelagerte Prozesse gegenüber stehen. Daten Es besteht daher häufig die Notwendigkeit mit Abschätzungen zu arbeiten. Die Einbindung solcher Daten in die betrieblichen Informationssysteme ist mit Standardsoftware häufig nur schwer möglich.

Die auf betrieblichen Kostenrechnungsansätzen aufbauenden Systeme weisen eine relativ große Übereinstimmung mit Betrachtungen auf der Makroebene auf (räumlicher Bezug, Zeitbezug).

### 2.2.4 Bilanzen

Bilanzen von Unternehmen<sup>12</sup> enthalten Informationen zum Bestand von Produkten und Vorprodukten. Zu Ihrer Erstellung müssen daher die Zu- und Abgänge und damit der Verbrauch erfasst werden. Grundsätzlich handelt es hierbei um Informationen wie sie auch in den betrieblichen Rechnungssystemen zu finden sind. Die gemachten Einschätzungen gelten entsprechend.

---

<sup>11</sup> <http://www.probas.umweltbundesamt.de/>

<sup>12</sup> Die Pflicht zur Erstellung einer Bilanz ergibt sich aus dem Handelsgesetzbuch

### 2.2.5 Umweltmanagement

Die verbreiteten Umweltmanagementansätze (ISO 14001<sup>13</sup> und EMAS<sup>14</sup> vgl. auch Anhang AP 1.2, 4 Umweltmanagementansätze) gestatten es grundsätzlich auch alle relevanten Informationen zur Ressourcenproduktivität eines Unternehmens und seiner Produkte zu erfassen. In aller Regel werden Umweltmanagementsysteme jedoch nicht so gestaltet, dass Ressourcenproduktivität betrachtet werden kann. Die Einführung von Umweltmanagementsystemen erfolgt freiwillig, um die Verbreitung zu erhöhen sind die Vorgaben für Umweltmanagementsysteme wenig konkret. Der Gestaltungsspielraum etwa hinsichtlich der zu erhebenden Umweltindikatoren ist groß. Wichtiges Prinzip ist, dass das berichtende Unternehmen selbst die Verantwortung für die Auswahl der Indikatoren trägt. Die Begleitung durch einen unabhängigen Auditor soll die grundsätzliche Übereinstimmung mit den Normen gewährleisten. Das Ziel ist die Einleitung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses hinsichtlich der wesentlichen Umweltwirkungen. Sieht ein Unternehmen seinen Ressourcenverbrauch nicht als wesentliche Umweltwirkung, muss es ihn weder erheben noch optimieren.

Ökonomische Kennzahlen werden im Rahmen eines Umweltmanagementsystems nicht erhoben. In vielen Fällen ist jedoch davon auszugehen, dass die Unternehmen durch die Nutzung integrierter Managementsysteme leicht Verknüpfungen zwischen ökonomischen und ökologischen Kennzahlen herstellen können.

### 2.2.6 Unternehmensberichte

Bei den Unternehmensberichten ist zu unterscheiden zwischen Geschäftsberichten<sup>15</sup> und Umwelt- sowie Nachhaltigkeitsberichten. Geschäftsberichte enthalten in der Regel keine relevanten Umweltinformationen. Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichte können eine Reihe relevanter Informationen für die Beurteilung der Ressourcenproduktivität enthalten. Grundsätzliches Problem ist, dass die Normen und Richtlinien zur Anfertigung dieser Berichte nicht verbindlich sind, und um die Anwendung zu fördern kaum feste Vorgaben für die zu berichtenden Umweltindikatoren enthalten. Zwar sollen wesentliche Umweltwirkungen berichtet werden und GRI gibt auch konkrete zu adressierende Umweltwirkungen vor<sup>16</sup>, die genaue Indikatorenwahl bleibt jedoch offen. Ökonomische Kenngrößen (Umsatz, Gewinn, Wertschöpfung) sind Bestandteil der Nachhaltigkeitsberichterstattung. Diese Angaben erfolgen jedoch in aller Regel für ein Unternehmen oder allenfalls für Unternehmensbereiche. Damit sind die Informationen nicht hinreichend für die Beurteilung der Ressourcenproduktivität einzelner Produkte und meist auch nicht für die Beurteilung der Ressourcenproduktivität des Unternehmens.

---

<sup>13</sup> DIN EN ISO 14001, Ausgabe:2005-06 Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 14001:2004); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14001:2004

<sup>14</sup> Verordnung (EG) Nr. 761/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. März 2001 über die freiwillige Beteiligung von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung - EMAS - (ABl. EG Nr. L 114 S. 1 vom 24. April 2001)

<sup>15</sup> Kapitalgesellschaften müssen nach HGB § 325 ihren Jahresabschluss offen legen.

<sup>16</sup> Global Reporting Initiative: Sustainability Reporting Guidelines, 2002; [www.globalreporting.org](http://www.globalreporting.org)



### 2.2.7 Lageberichte

Im Rahmen der Veränderung des Handelsgesetzbuchs wurden ergänzende Berichtspflichten für die Lageberichte großer Kapitalgesellschaften und für Konzernlagenberichte eingefügt.

Analog zum Bericht über „für die Geschäftstätigkeit bedeutsame finanzielle Leistungsindikatoren“<sup>17</sup> müssen nun auch „nichtfinanzielle Leistungsindikatoren, wie Informationen über Umwelt- und Arbeitnehmerbelange, soweit sie für das Verständnis der Geschäftsverläufe ... von Bedeutung sind“<sup>18</sup> berichtet werden.

Dieser Schritt ist zur Verankerung des Umwelt- und Nachhaltigkeitsgedankens in Unternehmen sehr hilfreich, dessen ungeachtet ist nicht festgelegt, was im Detail berichtet werden soll und wie die Einschätzung vorzunehmen ist, ob diese Punkte berichtet werden müssen.

Damit eignen sich die dort berichteten Umweltaspekte kaum für standardisierte Verfahren und Hochrechnungen. Ergänzendes Problem ist, dass diese Berichtspflichten nur Konzerne und große Kapitalgesellschaften<sup>19</sup> und damit nur die Minderheit der Unternehmen betreffen.

### 2.2.8 Umweltstatistikgesetz

Auf der Grundlage des Umweltstatistikgesetzes müssen Unternehmen Daten erheben und an die statistischen Ämter weiterleiten. Eine ausführliche Darstellung findet sich in AP 1.1.

### 2.2.9 Schlussfolgerungen

Auf betrieblicher Ebene wie auf Produktebene werden eine Vielzahl von Daten erhoben. Viele dieser Daten eignen sich grundsätzlich um ökologische Optimierungen durchzuführen und Ressourceneffizienzpotenziale zu ermitteln. In den meisten Fällen handelt es sich jedoch um freiwillige Angaben oder/und um nicht hinreichend genau spezifizierte Angaben um damit nach einem einheitlichen Vorgehen Ressourcenproduktivität betrachten zu können.

---

<sup>17</sup> Handelsgesetzbuch § 289 Lagebericht, Abs. 1; und Handelsgesetzbuch § 315 Konzernlagebericht Abs. 1; Fassung vom 04. Dezember 2004

<sup>18</sup> Handelsgesetzbuch § 289 Lagebericht, Abs. 3; und Handelsgesetzbuch § 315 Konzernlagebericht Abs. 1; Fassung vom 04. Dezember 2004

<sup>19</sup> Große Kapitalgesellschaften werden in § 267 HGB definiert. „(3) Große Kapitalgesellschaften sind solche, die mindestens zwei der drei in Absatz 2 bezeichneten Merkmale überschreiten.“

Wobei in Absatz 2 mittelgroße Kapitalgesellschaften definiert werden:

„(2) Mittelgroße Kapitalgesellschaften sind solche, die mindestens zwei der drei in Absatz 1 bezeichneten Merkmale überschreiten und jeweils mindestens zwei der drei nachstehenden Merkmale nicht überschreiten:

1. 16 060 000 Euro Bilanzsumme nach Abzug eines auf der Aktivseite ausgewiesenen Fehlbetrags (§ 268 Abs. 3).
2. 32 120 000 Euro Umsatzerlöse in den zwölf Monaten vor dem Abschlußstichtag.
3. Im Jahresdurchschnitt zweihundertfünfzig Arbeitnehmer.“

Mit vielen der von Unternehmen erhobenen Daten können die Unternehmen relativ leicht Informationen zur Ressourcenproduktivität gewinnen. Für Außenstehende ist dies in aller Regel kaum möglich. Ausnahmen können Unternehmen bilden, die ein sehr einheitliches bzw. kleines Produktspektrum aufweisen.

Eine Verknüpfung der Mikro-Informationen mit der Makroebene ist bei den sehr uneinheitlichen Standards kaum möglich. Ausnahmen können sich dort ergeben wo aufgrund einer sehr einheitlichen Struktur einer Branche eine feinere Ausdifferenzierung mit Lebenszyklusdaten möglich ist. Dies wird jedoch die Ausnahme bleiben.

### **2.3 Ebenenübergreifende Schnittstellenanalyse – Sind die Methodiken auf der Makro-, Meso- und Mikroebene kompatibel gestaltbar?**

Generelles Ziel von Arbeitspaket 1 war es zu klären, welche Parameter für die ökonomische bzw. ökologische Komponente der Ressourcenproduktivität auf den verschiedenen Ebenen - Mikro, Meso, Makro - in konsistenter Weise, d.h. vor allem mit vergleichbaren Systemgrenzen, räumlichen und zeitlichen Bezügen, und Aussagekraft der Indikatoren, herangezogen werden können.

Dabei wurden zunächst generell vier Ebenen unterschieden:

1. Die Makro-Ebene: hier ist die Gesamtheit einer (nationalen) Volkswirtschaft angesprochen (siehe AP 1.1);
2. Die Meso-Top-Down-Ebene: bezieht sich hier auf Produktionsbereiche und Wirtschaftsbereiche nach dem Konzept der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (siehe AP 1.1 für weitere Erläuterungen);
3. Die Meso-Bottom-Up-Ebene: hier im wesentlichen die Ebene von Unternehmen mit mehreren Betriebsstätten sowie Unternehmensnetzwerke<sup>20</sup>, in erster Linie charakterisiert durch unternehmensbezogene Ansätze wie in AP 1.2 dargestellt;
4. Die Mikro-Ebene: hier die Ebene von einzelnen Produkten, Prozessen oder Produktions bzw. Betriebsstätten (Betriebe), in erster Linie charakterisiert durch LCA-Ansätze (siehe AP 1.2).

In diesem Vorhaben werden als Parameter für die ökologische Komponente der Ressourcenproduktivität generell die Ressourcen Rohstoffe/Material, Wasser, Energie sowie die Emission von Treibhausgasen – THG betrachtet. Der Fokus liegt dabei auf Rohstoffe/Material. Bezug genommen wird in diesem Kontext auch auf die nationale deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Der Aspekt Raum/Flächen wird ausgespart<sup>21</sup>. Dies ist im Hinblick auf eine Erhöhung der Ressourcenproduktivität zweckmäßig, weil die Inputs in den Produktionsprozess erfasst werden und mit THG relevante Outputs erfasst werden.

---

<sup>20</sup> In der ökonomischen Terminologie sind Unternehmen Gegenstand der Mikroökonomie.

<sup>21</sup> Eine Berücksichtigung von Fläche ist insbesondere für land- und forstwirtschaftliche notwendig. Die direkte Flächeninanspruchnahme durch industrielle Produktionsprozesse wie durch die Ressourcenextraktion ist demgegenüber gering, eine generelle Berücksichtigung von Fläche erscheint daher gegenwärtig nicht geboten. Darüber hinaus wirft die Beurteilung der Flächenutzung neue teils noch nicht hinreichend geklärte Bewertungsfragen auf, etwa in Hinblick auf Bodenschutz und Klimawirkungen.

Eine Einbeziehung von Umweltmedien und Flussgrößen im Sinne der Thematischen Ressourcenstrategie der Europäischen Kommission ist für die Zielsetzung der Studie nicht erforderlich.

Im Folgenden werden die wesentlichen Berichtsinstrumentarien zur Messung von Ressourcenverbrauch auf Mikro-, Meso- und Makroebene vergleichend untersucht. Dabei wird anhand von Kriterien ein Vergleich für die Ressourcen Material, Wasser und Energie sowie für die Treibhausgasemissionen (THG) auf allen Ebenen gezogen (Tabellen 3.1 bis 3.4).

Diese Kriterien sind:

1. Wird der erneuerbare gegen den nicht-erneuerbaren Ressourcenverbrauch ausgewiesen (wobei dies in erster Näherung so ausgelegt wird, dass „erneuerbar“ der Begrifflichkeit „biotisch“ im Sinne von MIPS und Eurostat guide entspricht – analog „nicht-erneuerbar“ dem Begriff „abiotisch“)?
2. Wird die Veränderung der Ressourcenproduktivität im Zeitverlauf wiedergegeben?
3. Wird der inländische gegenüber dem ausländischen Anteil der Ressourcennutzung ausgewiesen, der mit inländischen Wirtschaftsaktivitäten verbunden ist?
4. Wird der indirekte Anteil des Ressourcenverbrauchs bzw. der THG-Emissionen in Ergänzung zum direkten Anteil ausgewiesen (dies ist weitgehend realisiert für Material, Energie, THG, wenn auch z.T. mit deutlichen methodischen Schwächen in der amtlichen Schätzung für Energie und THG, die auf der Annahme gleicher Produktionsstrukturen im In- wie im Ausland beruht)?
5. Werden spezifische Umweltwirkungen erfasst? Diese sind hier in Form der THG Emissionen für eine wichtige Variante erfasst, weiterführende Arbeiten wären Gegenstand der Forschung (z.B. in Form erweiterbarer Darstellungen auf der sektoralen Ebene durch NAMEA Tabellen (NAMEA = National Accounting Matrix including Environmental Accounts); hierzu arbeitet die Forschungsgruppe 3 des Wuppertal Instituts zurzeit an der Weiterentwicklung von NAMEA Tabellen für Luftemissionen im Rahmen eines Projekts für Eurostat);
6. Welcher Bezug zur deutschen NH-Strategie sowie zur EC-Thematischen Strategie (TS), zu OECD Aktivitäten (mit Bezug auf Indikatoren für Ressourcennutzung und -produktivität) und zum Kyoto Protokoll ist gegeben?
7. Ist die Einbindung der Methodiken in internationale Berichtsinstrumentarien gegeben?
8. Sind methodische Weiterentwicklungen erforderlich?

Tab. 7 Vergleich relevanter Berichtsinstrumentarien für die Ressource Material/Rohstoffe auf allen Ebenen

| Ebene<br>Ressource                               | Makro   |                                  |   | Meso                                    |                         | Mikro                   |
|--|---|----------------------------------|---|---|-------------------------|-------------------------|
|  | Umweltökonomische Gesamtrechnungen - UGR                          | Eurostat                         | Eurostat  | Top-Down (Wuppertal Institut)           | Bottom-Up               |                         |
| <b>Rohstoffe/Material</b>                        | UGR: Rohstoffindikator  | kurz-mittelfristig: DMI und DMC  | mittel-langfristig: TMR und TMC   | Direkter und indirekter, sektoraler TMR | MI, abiotisch, biotisch | MI, abiotisch, biotisch |
| Erneuerbar vs. nicht erneuerbar                  | JA (aber ohne indirekte Anteile)                                  | JA (aber ohne indirekte Anteile) | JA  | JA                                      | JA                      | JA                      |
| Veränderung im Zeitverlauf                       | JA  | JA                               | JA  | JA                                      |                         |                         |
| Inländisch vs. ausländisch                       | JA (aber nur direkten Anteil)                                     | JA (aber nur direkten Anteil)    | JA  | JA                                      | JA (fallweise nein)     | NEIN (fallweise ja)     |
| Indirekt und direkt                              | NEIN  | NEIN                             | JA  | JA                                      | JA                      | JA                      |
| Umweltwirkungen (spezifisch)                     | NEIN  | NEIN                             | NEIN, aber TMR für generisches Umweltbelastungspotenzial, Entwicklung des TMC in diese Richtung geplant | NEIN                                    | NEIN                    | NEIN                    |
| NH-Strategie, EU-TS, OECD, und/oder Kyoto        | Entsprechung nur in der deutschen NH-Strategie: Rohstoffindikator | Kompatibel EU-TS und OECD        | Kompatibel EU-TS und OECD   | *)                                      |                         |                         |
| Methodische Einbindung auf internationaler Ebene | NEIN  | JA (Eurostat, OECD)              | JA (Eurostat, OECD)   | JA (Eurostat)                           |                         |                         |
| Methodische Weiterentwicklung                    | erforderlich  | In Einzelaspekten erforderlich   | In Einzelaspekten erforderlich  | In Einzelaspekten erforderlich          |                         |                         |

\*) im Aachen-Szenario (Aachener Stiftung Kathy Beys (Hrsg.) 2005: Ressourcenproduktivität als Chance - Ein langfristiges Konjunkturprogramm für Deutschland. Books on Demand GmbH, Norderstedt) wurde TMR als Indikator verwendet um die Erreichung des Ziels der NH-Strategie zu modellieren; daher gibt es eine inhaltliche Korrespondenz; das gilt in übertragenem Sinn auch für die EU-TS Ressourcen, auch wenn über die Aussagekraft des TMR noch diskutiert wird.

Tab. 8 Vergleich relevanter Berichtsinstrumentarien für die Ressource Wasser auf allen Ebenen

| Ebene \ Ressource                                | Makro   |   | Meso  |                     | Mikro               |
|--|---|---|---|---------------------|---------------------|
|  | Offiziell (Umweltökonomische Gesamtrechnungen - UGR)    | Erweitert (Wuppertal Institut)                          | Top-Down (UGR)  | Bottom-Up           |                     |
| <b>Wasser</b>                                    | Wassereinsatz direkt                                    | Wassereinsatz direkt (partiell erweitert)               | Wassereinsatz direkt                                    | Wasserentnahme      | Wasserentnahme      |
| Erneuerbar vs. nicht erneuerbar                  | Nicht relevant  | Nicht relevant  | Nicht relevant  | Nicht relevant      | Nicht relevant      |
| Veränderung im Zeitverlauf                       | JA  | JA  | JA  |                     |                     |
| Inländisch vs. ausländisch                       | JA (aber nur direkter ausl. Anteil)                     | JA (aber nur direkter ausl. Anteil)                     | NEIN  | JA (fallweise nein) | NEIN (fallweise ja) |
| Indirekt und direkt                              | NEIN  | NEIN  | NEIN  | JA                  | JA                  |
| Umweltwirkungen (spezifisch)                     | NEIN  | NEIN  | NEIN  | NEIN                | NEIN                |
| NH-Strategie, EU-TS, OECD, und/oder Kyoto        | Keine Entsprechung                                      | Keine Entsprechung                                      | Keine Entsprechung                                      |                     |                     |
| Methodische Einbindung auf internationaler Ebene | NEIN  | NEIN  | NEIN  |                     |                     |
| Methodische Weiterentwicklung                    | Erforderlich (z.B. Wasser-Rucksäcke importierter Waren) | Erforderlich (z.B. Wasser-Rucksäcke importierter Waren) | Erforderlich (z.B. Wasser-Rucksäcke importierter Waren) |                     |                     |

Tab. 9 Vergleich relevanter Berichtsinstrumentarien für die Ressource Energie auf allen Ebenen

| Ebene \ Ressource                | Makro  | Meso           |   | Mikro               |
|----------------------------------|--|----------------|---|---------------------|
|                                  | Offiziell (Umweltökonomische Gesamtrechnungen - UGR) | Top-Down (UGR) | Bottom-Up   |                     |
| <b>Energie</b>                   | Primärenergieverbrauch (PEV)                         | PEV            | Energieinhalt, Heizwert, abgeleitet von Materialeinsatz |                     |
| Erneuerbar vs. nicht erneuerbar  | JA   | NEIN           | JA  | JA                  |
| Veränderung im Zeitverlauf       | JA   | JA             |   |                     |
| Inländisch vs. ausländisch       | JA   | NEIN           | JA (fallweise nein)                                     | NEIN (fallweise ja) |
| Indirekt und direkt              | JA   | JA             | JA  | JA                  |
| Umweltwirkungen (spezifisch)     | NEIN   | NEIN           | NEIN  | NEIN                |
| NH-Strategie, EU-TS, OECD, Kyoto | NH-Strategie: nur direkter PEV                       | Wie Makro      |   |                     |
| Internationale Ebene             | JA (EU, OECD, UN)                                    | Wie Makro      |   |                     |
| Methodische Weiterentwicklung    | In Einzelaspekten sinnvoll                           | Wie Makro      |   |                     |

Tab. 10 Vergleich relevanter Berichtsinstrumentarien für die Treibhausgasemissionen (THG) auf allen Ebenen

| Ebene<br>THG                     | Makro   | Meso           |                                  | Mikro                            |
|----------------------------------|---|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                                  | Offiziell (Umweltökonomische Gesamtrechnungen - UGR)                    | Top-Down (UGR) | Bottom-Up                        |                                  |
| Emission von THG                 | THG Emissionen  | THG Emissionen | Nicht vorgesehen                 | Nicht vorgesehen                 |
| Erneuerbar vs. nicht erneuerbar  | Anteil Emissionen aus Biomasse kann differenziert ausgewiesen werden    | Wie Makro      | (ja)                             | (ja)                             |
| Veränderung im Zeitverlauf       | JA  | JA             |                                  |                                  |
| Inländisch vs. ausländisch       | JA  | NEIN           | (ja, fallweise nein)             | (nein, fallweise ja)             |
| Indirekt und direkt              | JA  | JA             | (ja)                             | (ja)                             |
| Umweltwirkungen (spezifisch)     | JA (GWP)  | JA (GWP)       | (ja)                             | (ja)                             |
| NH-Strategie, EU-TS, OECD, Kyoto | NH-Strategie (nach EU) und Kyoto: nur direkte THG                       | Wie Makro      |                                  |                                  |
| Internationale Ebene             | JA (UNFCCC, NAMEA Air emissions tables)                                 | Wie Makro      |                                  |                                  |
| Methodische Weiterentwicklung    | In Einzelaspekten kontinuierlich auf international harmonisierter Ebene | Wie Makro      | Notwendig, Fallweise praktiziert | Notwendig, Fallweise praktiziert |

Parameter für die ökonomische Komponente der Ressourcenproduktivität sind:

- Das Bruttoinlandsprodukt – BIP – für die Makroebene;
- Die Bruttowertschöpfung – BWS – bzw. der Bruttoproduktionswert<sup>22</sup> für den direkten Ressourceninput auf Meso-Ebene;
- Eine Auswahl von Kennziffern für den direkten und indirekten Ressourceninput auf Meso-Ebene;
- Umsatz, Preise und Wertschöpfung sind die ökonomischen Komponenten für die Mikroebene soweit hier ein ökonomischer Ressourcenproduktivitätsbegriff<sup>23</sup> verwendet wird.

Aus den Analysen auf der Makro- sowie Meso-Top-Down-Ebene (siehe AP 1.1) ergaben sich generelle Anforderungen an die (Weiter-)Entwicklung von methodischen Grundlagen und Indikatoren zur Messung von Ressourcenproduktivität, welche die transregionalen Effekte (vor allem Verlagerungen von Ressourcenbedarf und assoziierte Umweltbelastungen ins Ausland) gebührend abbilden können, und zudem die nationale Ebene im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie mit den Aktivitäten auf internationaler Ebene im Rahmen harmonisierter Systeme in Einklang bringen. Dabei ergab sich insbesondere die Notwendigkeit der Einbeziehung der indirekten Aufwendungen (ökologische Rucksäcke), welche mit der Einfuhr von Gütern verknüpft sind. Dagegen kann die Eindeutigkeit der methodischen Grundlagen und der Datenerhebung bei den Berichtsinstrumentarien auf Makro- und Meso-Top-Down Ebene als gegeben angesehen werden (siehe auch folgende Tabelle). Dies ist bei den Ansätzen auf Mikro- und Meso-Bottom-Up Ebene nicht der Fall, wie auch im Folgenden ausgeführt wird. Für alle Ebenen gilt jedoch, dass die in dieser Studie schwerpunktmäßig betrachteten Berichtselemente zu Rohstoffen/Material bislang nur auf freiwilliger Basis eingerichtet wurden. Dagegen gibt es für die Ressourcen Wasser und Energie wie für die Emission von Treibhausgasen, grundsätzlich Berichtspflichten.

Bei der Betrachtung produktbezogener Ansätze (siehe AP 1.2) ergab sich die aus der Logik der Produktbewertung resultierende Erfordernis Systemgrenzen anzusetzen, die von denen einer Unternehmensbetrachtung oder volkswirtschaftlichen Betrachtung abweichen. Produktbezogene Ansätze versuchen alle mit einem Produkt verbundenen Umweltwirkungen zu erfassen, unabhängig von Ort und Zeit. Bezug ist alleine das Produkt, seine Herstellung, Nutzung und Entsorgung. Dies kann räumlich verteilt stattfinden, und viele Jahre, etwa bei Fahrzeugen oder Gebäuden, umfassen. Im Gegensatz dazu können sich unternehmensbezogene Betrachtungen wie volkswirtschaftliche Betrachtungen

---

22 Die Bruttowertschöpfung ergibt sich für jeden Wirtschaftsbereich aus dem Bruttoproduktionswert (Bruttoumsatz + selbsterstellte Anlagen + Vorratsveränderungen) durch Abzug des Materialverbrauchs und der sonstigen Vorleistungen einschließlich darauf lastender Einfuhrabgaben.

23 In der Diskussion auf der Mikroebene wird der Begriff Ressourcenproduktivität uneinheitlich verwendet. Die ursprüngliche Bedeutung hatte keinen Bezug zu einer ökonomischen Größe sondern bezog sich auf das Verhältnis von Ressourceneinsatz zu gestifteten Nutzen (Serviceeinheiten), wie im MIPS-Konzept (Materialinput pro Serviceeinheit). Daneben wird der Begriff auch im ökonomischen Sinne als Verhältnis von Wertschöpfung und direktem Ressourceneinsatz bzw. Umsatz und direktem und indirektem Ressourceneinsatz verstanden.



tungen auf definierte Räume (Nation oder Unternehmen) und auf einen konkreten zeitlichen Bezug (üblicherweise ein Jahr) beziehen. Bei komplexeren Systemen wie Unternehmensnetzwerken mag dies jedoch nicht mehr der Fall sein.

Produktbezogene Ansätze zeichnen sich durch eine hohe Variabilität und geringe Verbindlichkeit hinsichtlich der zu berücksichtigenden Indikatoren aus. Da es sich hierbei um freiwillige Analysen handelt, sind sie alle in einem hohen Maße an die spezifische Fragestellung und Anwendung anpassbar. Dies gilt auch dann wenn die Untersuchungen auf normierte Verfahren (z.B. Ökobilanz nach ISO 14040) zurückgreifen. Damit **können** solche Analysen notwendige wie hinreichende Informationen zur Analyse und Optimierung der Ressourcenproduktivität enthalten, sie müssen es jedoch nicht, und in aller Regel enthalten sie diese Informationen nicht im hinreichenden Maße. Das betrifft die berücksichtigten Umweltindikatoren (nach LCA wie Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial etc.), in einem noch stärkeren Maße jedoch die ökonomische Komponente, die meist überhaupt nicht berichtet wird.

Ursache hierfür ist, dass es sich eben um lebenszyklusweite produktbezogene Mikroanalysen handelt, die als Bezugsgröße funktionale Einheiten oder Serviceeinheiten haben, sich jedoch nicht auf einen, letztlich willkürlich (z.B. hinsichtlich des Ort- und Zeitbezugs) gewählten ökonomischen Bezugspunkt (Wertschöpfung oder Umsatz für ein Unternehmen) beziehen. Würde ein ökonomischer Bezug gewählt, so müssten, um in der Logik zu bleiben, die Lebenszykluskosten gewählt werden (wozu es etablierte Instrumente gibt, die jedoch auch nur fallweise genutzt werden). Diese sind zwar einfacher zu bestimmen als lebenszyklusweite Umweltwirkungen, zeigen aber immer noch eine für ökonomische Betrachtungen ungewöhnliche Komplexität und keine Übereinstimmung mit den ökonomischen Größen auf der Makroebene.

Einen Sonderfall innerhalb der produktbezogenen Ansätze stellen ökobilanzielle Datenbanken dar. Soweit es sich um mehr als reine Sammlungen von Einzeluntersuchungen handelt, werden hier Vereinheitlichungen vorgenommen, die zu einer deutlich erhöhten Konsistenz führen. Zwischen den unterschiedlichen Datenbanken bestehen jedoch wiederum dieselben Inkompatibilitäten und Inkonsistenzen wie zwischen Einzeluntersuchungen. Die meisten Datenbanken eignen sich nur eingeschränkt um den Aspekt Ressourceneffizienz und Ressourcenproduktivität abzubilden, sie liefern jedoch in aller Regel die Basisinformationen, auf die aufbauend auch Ressourceneffizienz Aspekte berücksichtigt werden können. Qualitativ nicht angemessen berücksichtigt sind häufig z.B. Abraumengen, nicht verwertete Förderung, Bodenbewegungen oder Kühlwasser. An die Informationen in diesen Datenbanken lassen sich jedoch häufig ergänzende Informationen anknüpfen, die eine angemessene Berücksichtigung der Ressourcenproduktivität ermöglichen. Der Aufwand hierfür ist jedoch zum Teil beträchtlich. Eine stärkere Berücksichtigung dieser Aspekte ist wünschenswert und würde zu einer im Vergleich zur Makroebene vergleichbareren Darstellung des Gesamtumfangs von Ressourcenverbrauch führen. Grundsätzlich unberücksichtigt bleiben in diesen Datenbanken jedoch ökonomische Größen, da sie einerseits kaum zu erheben sind (kritische unternehmensinterne Information) und andererseits stetigen Veränderungen unterliegen.

Bei auf der betrieblichen Kostenrechnung aufbauenden Ansätzen (siehe AP 1.2) liegt der Fokus meist klar auf der innerbetrieblichen Optimierung, hier können relativ schnell für eine Vielzahl von Produkten Ergebnisse erzielt werden, wobei einerseits Inputs unmittelbar zugerechnet werden können, andererseits basierend auf Kostenschlüssel die teils erheblichen mit den Gemeinkosten verbundene Ressourcennutzung zugerechnet werden können. Die Ergebnisse sind jedoch nicht öffentlich verfügbar und zwischen unterschiedlichen Unternehmen nicht konsistent.

Lageberichte und Jahresabschlüsse von Kapitalgesellschaften können umweltrelevante Informationen enthalten. Art und Umfang sind jedoch nicht festgelegt. Die Erststellung von Jahresabschlüssen macht es erforderlich den Verbrauch von Materialien zu erheben, dieses geschieht jedoch mit Blick auf den Jahresabschluss bzw. die Bilanz und nicht zur Ermittlung der Ressourcenproduktivität von Produkten. Damit bleibt etwa das grundsätzliche Problem der Zuordnung von Materialien zu einzelnen Produkten erhalten. Die zu Grunde liegenden Rechnungssysteme gestatten es in aller Regel nicht, eine Verteilung auf eine vielfältige und differenzierte Produktion vorzunehmen.

Im Gegensatz zu den innerbetrieblichen Instrumenten bezieht sich die Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichtserstattung auf Betriebe oder Unternehmen (oder allgemein auf Organisationen) und dienen der Kommunikation mit Anspruchsgruppen und der Öffentlichkeit. Mangels einer Produktdifferenzierung sind sie kaum für die Produktoptimierung und die Identifikation von Ressourceneffizienzpotenzialen bei einzelnen Produkten geeignet. Sie weisen hinsichtlich des Vorgehens eine weitgehende Übereinstimmungen mit den volkswirtschaftlichen Betrachtungen auf (z.B. räumliche Abgrenzung - jedoch anders gestaltet als auf der Makro-Ebene - zeitlicher Bezug). Ein erheblicher Unterschied besteht jedoch in der grundsätzlichen Freiwilligkeit und weitgehenden Gestaltbarkeit dieser Berichte hinsichtlich der berichteten Indikatoren (wobei die Indikatoren sich üblicherweise, aber nicht zwingend, nach etablierten Standards etwa THG richten, aber etwa die Anzahl berücksichtigter Treibhausgase variieren kann).

Statistische Regelungen bieten auf betrieblicher und Unternehmensebene die Möglichkeit für Mikro-, Meso- und Makroebene vergleichbare Daten und Informationen zu liefern. Dies wird jedoch eingeschränkt durch fehlende Transparenz der Erfassung (bei Material und Waren), einen eingeschränkten Berichtskreis (für Wasser und Energie) und fehlende Berichtsstrukturen auf betrieblicher oder Unternehmensebene (für THG). Ergänzt wird dies um die eingeschränkten Zugriffsmöglichkeiten auf diese Daten. Damit besteht hier vor allem die Möglichkeit für Unternehmen sich der von ihnen erhobenen Daten zu bedienen, um ergänzende Auswertungen vorzunehmen oder Berichte anzufertigen.

Die in den statistischen Erhebungen erfassten Daten enthalten für jedes einzelne Unternehmen die direkten Inputs. Wenn Unternehmen auf der Basis der von ihnen zu liefernden Informationen auch die indirekten Inputs berücksichtigen wollen, müssen sie auf ergänzende Informationen (z.B. LCI-Daten) zurückgreifen, die jedoch wie beschrieben nicht konsistent zu den Makrobetrachtungen sind. Um Konsistenz zu erzielen, müssten die Datenbasen zu indirektem Ressourcenverbrauch eigens von der Basis (Bottom-up) bis zur Makroebene kompatibel aufgebaut werden. Vorschläge hierzu finden sich in den Schlussfolgerungen.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die hier untersuchten wesentlichen Berichtsinstrumentarien zur Messung von Ressourcenverbrauch und –produktivität auf Makro-, Meso- und Mikro-Ebene, ihrer Verbindlichkeit sowie der Eindeutigkeit der Datenerhebung.

Tab. 11 Berichtsinstrumentarien zur Messung von Ressourcenverbrauch und -produktivität

| <b>Ebene:</b>         | <b>Berichtsinstrumentarium</b>                         | <b>Verpflichtend?</b>  | <b>Eindeutige Datenerhebung?</b>   |
|-----------------------|--|--|--|
| <b>Makro</b>          | Ökonomieweite MFA für Rohstoffe/Material               | freiwillig <sup>24</sup>   | Ja, aufgrund des methodischen Leitfadens von Eurostat                                      |
| <b>Makro</b>          | Ökonomieweiter Wassereinsatz                           | Ja, soweit durch das Umweltstatistikgesetz geregelt                        | Ja, analog zur MFA   |
| <b>Makro</b>          | Primärenergieverbrauch (PEV)                           | Ja, soweit durch das Energiestatistikgesetz geregelt                       | Ja, aufgrund internationaler Standards durch IEA – OECD und UN                             |
| <b>Makro</b>          | Emission von Treibhausgasen (THG)                      | Ja, für Vertragsstaaten nach Kyoto Protokoll                               | Ja, aufgrund internationaler Standards durch UNFCCC  |
| <b>Meso-Top-down</b>  | MFA auf sektoraler Ebene                               | freiwillig   | Ja, aufgrund des methodischen Leitfadens von Eurostat und eigener (WI) Weiterentwicklungen |
| <b>Meso-Top-down</b>  | Wassereinsatz auf sektoraler Ebene                     | Sektorale Darstellung ist Bestandteil der Umweltstatistik                  | Ja, wie für die Makroebene   |
| <b>Meso-Top-down</b>  | Primärenergieverbrauch (PEV) auf sektoraler Ebene      | Sektorale Darstellung ist Bestandteil von Energiestatistiken und –bilanzen | Ja, wie für die Makroebene   |
| <b>Meso-Top-down</b>  | Emission von Treibhausgasen (THG) auf sektoraler Ebene | Freiwillig, in Deutschland Bestandteil der UGR                             | Ja, durch nationales (deutsches) Berichtssystem  |
| <b>Meso-Bottom-up</b> | Umweltmanagement<br>EMAS, ISO 14001                    | freiwillig   | Gestaltbar, keine einheitlicher Indikatorensatz  |
| <b>Meso-Bottom-up</b> | Unternehmensberichte<br>GRI, EMAS                      | freiwillig   | Gestaltbar und an die Fragestellung anpassbar  |
| <b>Mikro</b>          | ISO 14040; VDI 4600; MIPS                              | freiwillig   | Gestaltbar und an die Fragestellung anpassbar  |

24 Eine erste Initiative von Eurostat das Berichtssystem für die ökonomieweite MFA für EU-Mitgliedsstaaten verpflichtend zu machen ist kürzlich gescheitert (Directors' meeting on Environment Statistics and Accounts, 7-8 November 2005, Eurostat, Luxembourg – Doc. ENV/044/06(2005).

### 3 Schlussfolgerungen

#### 1. *Wo sind die größten Kompatibilitätsprobleme?*

- Umweltberichte zeigen zwar Material-, Wasser- und Energieeinsatz auf (zumeist auch die direkten THG Emissionen), hinreichende Informationen zu den vorgelagerten Prozessen fehlen jedoch in aller Regel.
- Die Logik der Produktbewertung macht es erforderlich Systemgrenzen anzusetzen, die von denen einer Unternehmensbetrachtung oder volkswirtschaftlichen Betrachtung abweichen. Systemorientierung ist die Produktlinie, teilweise auch nur Ausschnitte aus der Produktlinie, nicht aber ein Wirtschaftsraum, der durch seinen sozioindustriellen Metabolismus im Austausch mit anderen Wirtschaftsräumen und der Natur auf globaler Ebene steht.
- Die Produktivitätsdefinition ist im Allgemeinen unterschiedlich. Bei Produktbewertungen wird in aller Regel kein ökonomischer Produktivitätsbegriff verwendet, sondern ein Bezug zwischen Umweltwirkungen oder Ressourcenverbrauch und funktionaler Einheit oder Serviceeinheit hergestellt.

#### 2. *Wo sind die Schwachstellen?*

- sektorale Zurechnungen der indirekten Vorleistungen erfolgen auf Basis der monetären Verflechtungen, weil die physischen nicht verfügbar sind (Meso Top-Down Ansatz);
- unzureichende Datenerhebungen auf Mikroebene im Rahmen betrieblicher und Unternehmens-Statistiken (nach Gesetz über die Statistik im Produzierenden Gewerbe für Material, Umweltstatistikgesetz für Wasser, Energiestatistikgesetz sowie nationaler Berichtsinventare zu Treibhausgasemissionen) und außerdem kein öffentlicher Zugang zu den Daten;
- indirekte Aufwendungen werden entweder nicht (z.B. Wasser) oder nur unspezifisch (z.B. unter der Annahme gleicher Produktionsstrukturen im In- und Ausland) abgebildet (Makro und Meso Top-Down Ansatz);
- die Information über erneuerbare (nachwachsende) Anteile wird vernachlässigt, wenn nur auf den nicht-erneuerbaren Anteil der Ressource Bezug genommen wird, wie beim Indikator „Rohstoffproduktivität“ nach der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (Makro Ansatz);
- der Einbindung in internationale Aktivitäten zur Darstellung physischer Ressourcenabhängigkeiten wird keine Beachtung zuteil, was ebenfalls für den Indikator „Rohstoffproduktivität“ nach der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie gilt, der in entsprechenden Indikatorensets auf internationaler Ebene (OECD, Eurostat) nicht vorkommt;

- die methodische Weiterentwicklung bleibt stehen, weil diese z.B. keine Priorität in Planungen genießt (z.B. die Berechnung der indirekten Aufwendungen infolge von importierten Gütern);
  - Wasser wird nicht thematisiert, weil ihm zum einen keine oder wenig Bedeutung im Kontext Ressourcennutzung in Deutschland zugemessen wird, und zum anderen eine Analyse und Bewertung der „Wasserrucksäcke“ importierter Güter bislang nicht angegangen wurde.
- J Die Anzahl der abgebildeten Prozesse ist relativ gering (einige tausend), abgebildet werden damit nur einige hundert Prozessketten, es kann daher mit Mikro-Informationen nur ein Teil der Volkswirtschaft, und dieser auch nur begrenzt repräsentativ abgebildet werden (andere Betrachtungsräume, z.B. europäische Mittelwerte).
- J Informationen sind teils nicht oder nur schwer zu beschaffen (keine umfassende und verpflichtende Datenerhebung für Unternehmen bzw. Unzugänglichkeit der Informationen).

### **3. Was muss in Erhebung und Bewertung angeglichen werden?**

- die Datenerhebungen auf Mikroebene im Rahmen betrieblicher Statistiken (z.B. nach Umweltstatistikgesetz) müssen angeglichen werden, um Vergleichbarkeit mit den Informationssystemen auf Makro- und Meso-Ebene anzustreben;
- die Ermittlung der indirekten Aufwendungen sollte nach spezifizierter Herkunft erfolgen (aus inländischer Produktion bzw. aus dem Ausland nach Lieferregion);
- die Übereinstimmung mit international harmonisierten Berichtsinstrumentarien wie zu (Material-)Ressourcenaufwand und -verbrauch sollte angestrebt werden;
- die klassische LCA nach ISO muss vereinheitlicht werden, die Möglichkeit unterschiedliche Allokationen, Systemgrenzen und Recyclingkonzepte anzuwenden führt zu inkonsistenten Daten sowie Doppelzählungen und Auslassungen; für die verschiedenen LCA-Ansätze müssen zu erfüllende Mindestanforderungen hinsichtlich der Sachbilanz definiert werden;
- Ansätze auf Mikroebene (Lebensweganalysen, VDI 4600, ISO 14040, Umweltberichte) müssen im Hinblick auf Darstellung von Material- und Ressourceneffizienz weiterentwickelt werden, die Sachbilanzebene sollte alle relevanten Stoffflüsse enthalten (auch die indirekten wie Abraum, sowie Kühlwasser etc.);
- Ressourcenbetrachtung zu Material, Wasser, Energie und THG Emissionen sind komplementär zu berücksichtigen, um dem als prioritär erkannten Umweltproblem der globalen Erwärmung Rechnung zu tragen, wie dies auch im Rahmen der UGR Darstellungen und der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie gegeben ist.

### **4. Nutzen und Handlungsorientierung bei Entscheidungsträgern auf allen Ebenen**

Auf Makro-Ebene ist hier zunächst der Rohstoffindikator der deutschen NH-Strategie schrittweise weiter zu entwickeln, um seine Aussagekraft zu erhöhen. Zunächst sollte die Biomasse einbezogen werden, um einen effizienteren Umgang damit anzeigen zu kön-

nen. Dann sollten die indirekten Ressourcenaufwendungen, analog zu den indirekten THG Emissionen sowie dem indirekten Energieverbrauch, einbezogen werden, um ressourcenintensive Rohstoffentnahmen im Inland zu erkennen, und um Allokationen sowie Verlagerungen von ressourcenintensiven Prozessen durch Güterimporte im Ausland zu erfassen. Ein so entwickelter Indikator für die gesamte globale (Material-) Ressourcenbeanspruchung der Ökonomie sollte die Grundlage einer neuen Zielsetzung und Handlungsorientierung zur Erhöhung der Ressourcenproduktivität im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie sein. Entsprechend wären Indikatoren für Energieverbrauch, Wasserverbrauch und Treibhausgasemissionen zu entwickeln, die den gesamten globalen Umfang der ökonomischen Aktivitäten umfassen, und dadurch auch Verlagerungen von Ressourcenentnahmen und Umweltbelastungen in andere Länder/Regionen erkennbar machen. Die akteursbezogene Zurechnung der Informationen (Mikro- und Meso-Ebene) dient dazu Branchen in den genannten Kriterien vergleichen zu können. Diese Branchenkennziffern dienen weiter zur Orientierung von Akteuren auf betrieblicher und Unternehmensebene.

### **5. Schlussfolgerungen**

Die Verknüpfung von Mikro-, Meso- und Makroebene gelingt heute nur unvollständig. Die Optimierung einzelner Prozesse und Produkte kann nicht sicherstellen, dass übergeordnete volkswirtschaftliche Ziele erreicht werden, da komplexe Verknüpfungen zwischen den Prozessketten unberücksichtigt bleiben und etwa Wachstums- oder Substitutionseffekte unberücksichtigt bleiben. Umgekehrt lassen sich aus Unternehmensanalysen wie volkswirtschaftlichen Analysen keine produktspezifischen Optimierungspotenziale ableiten.

Zur Kompatibilitätsverbesserung der Berichtsinstrumentarien zu Ressourcenverbrauch und –produktivität auf Makro-, Meso- und Mikroebene wäre zunächst eine standardisierte Datenerfassung erforderlich. Hierbei könnte sich die Datenerfassung auf Mikro-Ebene zunächst auf die direkten Ressourcenflüsse konzentrieren und die indirekten Aufwendungen mithilfe externer Datenbanken zuschätzen. Solche Datenbanken könnten im Rahmen nationaler und internationaler (EU, OECD, UN) Umweltberichtssysteme integriert werden, entsprechende Überlegungen sind im Gange.

Auf statistischer Ebene wäre hierzu eine Bündelung bislang zerstreuter rechtlicher Regelungen in einem „Ressourcen-Statistikgesetz“ wünschenswert, welches die Kompatibilität von der Mikro- zur Makro-Ebene zum Ziel haben sollte, und zudem eine kostengünstigere Variante darstellen könnte. Dabei kann man davon ausgehen, dass die Berichtspflichten nur gering verändert werden müssten, der Aufwand für die Durchführung der unterschiedlichen Auswertungen jedoch signifikant gesenkt werden könnte und die Praktikabilität und Aussagekraft ergänzender Auswertungen erheblich steigen könnten.

Grundsätzlich könnte ein Weg zur Schaffung harmonisierter Berichtsinstrumentarien für Ressourcen auf den Ebenen Betriebe, Unternehmen, Sektoren und Volkswirtschaft wie folgt skizziert werden:

1. Auf betrieblicher und Unternehmensebene werden im Rahmen eines neu zu gestaltenden Ressourcenstatistikgesetzes die folgenden Daten erhoben:

- a) für den direkten Materialaufwand: Waren- und Materialeingang (einschl. Energieträger einschl. Strom) in physischen Einheiten (bevorzugt als Masse, d.h. Tonnen) nach tiefer Gliederung der europäischen Systematik zur Klassifizierung von Produkten (CPA = Central Product Classification); hierbei könnten bereits etablierte Systeme im Rahmen des Gesetz über die Statistik im Produzierenden Gewerbe (ProdGewStatG) zugrunde gelegt werden;
- b) für Energie: hier stellt das Gesetz über Energiestatistik (Energiestatistikgesetz – EnStatG) bereits die erforderliche Grundlage dar, und müsste in ein neues Ressourcengesetz integriert werden;
- c) für Wasser: auch hier bietet das Umweltstatistikgesetz die erforderlichen Grundlagen zur Ausgestaltung eines integrierten Ressourcenstatistikgesetzes;
- d) für Emissionen von Treibhausgasen: hier müssten standardisierte Ermittlungsverfahren die das UBA federführend für Deutschland aufgebaut hat, auf die betriebliche Ebene und die Unternehmensebene übertragen werden, und in Form geeigneter Abfragen durch das Ressourcenstatistikgesetz angewandt werden. Da die UBA Datengrundlagen auf tiefer Ebene nach Prozessen etabliert sind, dürfte deren Anwendung für Betriebe und Unternehmen kein größeres Problem darstellen.

2. Ausgehend von den Daten für den direkten Materialaufwand (1a) können mit Hilfe geeigneter Koeffizienten die indirekten, vorgelagerten Materialflüsse geschätzt und somit der globale Gesamt-Materialaufwand (TMR) für Betriebe und Unternehmen ermittelt werden. Eine solche Koeffizientendatenbank, basierend auf der CPA, wurde bereits in erster Version vom Wuppertal Institut entwickelt.

Analog zu Material könnten grundsätzlich auch die indirekten Aufwendungen von Energie und Wasser sowie die indirekten Emissionen von Treibhausgasen geschätzt werden. Den Materialkoeffizienten für indirekte Flüsse entsprechende Datenbanken für Wasser, Energie und Treibhausgase müssten jedoch erst noch entwickelt werden.

3. Ausgehend von den betrieblichen Daten und Unternehmensdaten werden die Daten für Wirtschaftsbereiche bzw. Produktionsbereiche nach geeigneten statistischen Verfahren abgeleitet. Dieser Schritt basiert auf etablierten Vorgehensweisen, etwa im Bereich der Umweltstatistik.

4. Die Aggregation der Werte für Wirtschaftsbereiche bzw. Produktionsbereiche (einschl. privater Haushalte) ergibt den Wert für die gesamte Volkswirtschaft. Somit sind alle Ebenen aufeinander aufbauend gestaltet.