

Dipl.-Volkswirtin Ursula Lauber

# Gesamtwirtschaftlicher Rohstoffeinsatz im Rahmen der Materialflussrechnungen

*Die Materialflussrechnungen bilden mit der Erfassung physischer Ströme zwischen Wirtschaft und Umwelt eine wichtige Datenbasis für eine nachhaltige Politik. Sie stellen ein zentrales Element der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) dar und ergänzen damit die umfassende Beschreibung des Wirtschaftsprozesses aus monetärer Sicht, wie sie die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) liefern. Im Beitrag werden die Rahmenbedingungen und die wesentlichen konzeptionellen Grundlagen der Materialflussrechnungen erläutert, wobei ein besonderes Augenmerk auf der Betrachtung des gesamtwirtschaftlichen Rohstoffeinsatzes liegt. Darüber hinaus werden national und international gebräuchliche Indikatoren des Materialeinsatzes aufgezeigt, weiterführende Analysen präsentiert und an Beispielen die Aussagemöglichkeiten der Ergebnisse beschrieben.*

## 1 Rohstoffeinsatz und Nachhaltigkeitspolitik

„Die Versorgungslage auf den Öl- und Gasmärkten spitzt sich zu. Die Zeichen mehren sich, dass bereits früher als erwartet mit einer Verknappung von Öl zu rechnen ist.“<sup>1)</sup> „... der Verbrauch von Aluminium und Kupfer in China (ist) bereits größer als der in Westeuropa. Chinas Eisenerzimporte sind in diesem Jahr schon um 30 Prozent gestiegen; das Reich der Mitte ist zum weltgrößten Stahlproduzenten

aufgestiegen ... . Darüber hinaus steht China bereits für ein Drittel des weltweiten Verbrauchs an Kohle, für sieben Prozent des weltweiten Ölkonsums und für 40 Prozent des Zementverbrauchs. Diese immense Nachfrage ist mitverantwortlich für den starken Preisanstieg bei verschiedenen Rohstoffen ...“<sup>2)</sup> So oder ähnlich lauten aktuelle Meldungen der Wirtschaftspresse. Wie nach der ersten Ölkrise zu Beginn der 1970er-Jahre rückt der Verbrauch von Rohstoffen und die daraus resultierende Reichweite der Reserven derzeit wieder verstärkt in den Mittelpunkt des Interesses. Mit Blick auf das Prinzip der Nachhaltigkeit, also der Vorsorge mit dem Ziel, die Funktionen der Natur für kommende Generationen zu erhalten, stellt sich die Frage, wie eine solche Politik aussehen muss und welche Informationen als Basis für eine Politik der Nachhaltigkeit erforderlich sind.

Die Bundesregierung hat in ihrer Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie hierzu Aussagen gemacht und Ziele festgelegt. Bezüglich des Energie- und Rohstoffeinsatzes wird beispielsweise eine Verdoppelung der Effizienz bis zum Jahr 2020 angestrebt.<sup>3)</sup> In der wissenschaftlichen Diskussion ist die effizientere Rohstoffnutzung unter dem Schlagwort „Faktor Vier“ bekannt geworden, der besagt, dass bei verdoppeltem Wohlstand der Rohstoffeinsatz halbiert werden soll.<sup>4)</sup> An dieser Vision will sich auch die Bundesregierung langfristig orientieren.<sup>5)</sup> Auch auf internationaler Ebene sind vergleichbare Bemühungen im Gange. So hat etwa der G8-Gipfel im Juni 2004 eine Initiative angestoßen, die im Hin-

1) [http://www.nachhaltigkeitsrat.de/aktuell/news/2004/08-12\\_07/content.html](http://www.nachhaltigkeitsrat.de/aktuell/news/2004/08-12_07/content.html).

2) <http://www.handelsblatt.com>, Meldung vom 7. Dezember 2004.

3) Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): „Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung“, Berlin 2002, S. 93.

4) Weizsäcker, E. U. von/Hunter, A. B./Lovins, L. H.: „Faktor Vier – Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch ... Der neue Bericht an den Club of Rome“, München 1995.

5) Siehe Fußnote 3.

blick auf den Materialverbrauch ein „Reduzieren, Wiederverwenden, Recyceln“ zum Ziel hat – beschlossen unter dem Schlagwort 3R-Initiative (“Reduce, Reuse and Recycle”).

Die generelle Zielsetzung einer nachhaltigen Entwicklung erfordert einen ganzheitlichen Politikansatz. Das heißt eine Nachhaltigkeitspolitik darf nicht bei der unverbundenen Betrachtung einzelner Aspekte und des jeweiligen Zielerreichungsgrades stehen bleiben. Der Kernpunkt ist die Integration, das heißt gleichzeitige Erreichung von Zielsetzungen in den Politikbereichen Wirtschaft, Umwelt und Soziales. Nachhaltigkeitspolitik ist insoweit kein eigenständiger Politikansatz. Ihr Gegenstand ist vielmehr die Koordinierung der verschiedenen Sektorpolitiken mit der Aufgabe, die Zielkonflikte, die sich zwischen den genannten Bereichen der Nachhaltigkeitspolitik (Ökonomie, Umwelt, Soziales) sowie innerhalb der drei Aufgabenbereiche ergeben, auszubalancieren und bestmögliche Lösungen zu finden. Das heißt bei der Entscheidung über Maßnahmen, die auf einen Teilbereich abzielen, müssen zugleich die Wirkungen auf die anderen Teile und damit auf die Gesamtstrategie mit berücksichtigt werden. Die einem solchen Politikansatz zugrunde liegende Analyse erfordert möglichst eine alle Bereiche integrierende Datenbasis.<sup>6)</sup>

Eine solche Datenbasis ist mit den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) und ihrer engen Anbindung an die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) für die Zusammenhänge zwischen Umwelt und Wirtschaft geschaffen worden. Durch ihren homogenen und konsistenten methodischen Rahmen ermöglichen sie die Analyse von Querbeziehungen zwischen verschiedenen Aspekten der Nachhaltigkeit. Zentrales Element der UGR sind die Material- und Energieflussrechnungen, die den Rahmen für eine vollständige Bilanzierung der Materialströme bilden. Im folgenden Kapitel 2 wird diese gesamtwirtschaftliche Darstellung erläutert und ihre Bedeutung für die UGR auf nationaler und internationaler Ebene verdeutlicht. Wichtige Teilbereiche der Materialflussrechnungen, wie etwa die Berechnungen zu Emissionen oder Energie, wurden bereits in früheren Ausgaben dieser Zeitschrift vorgestellt<sup>7)</sup>, daher konzentrieren sich die Kapitel 3 bis 6 auf verschiedene Aspekte der Materialentnahme aus der Umwelt und des Rohstoffverbrauchs.

## 2 Vollständige Bilanzierung der Materialströme

### 2.1 Konzeptionelle Grundlagen

Wesentliche Umweltprobleme entstehen dadurch, dass große Mengen von Energieträgern, mineralischen Rohstoffen sowie sonstigen Materialien aus der Umwelt entnommen werden, dann in Produktionsprozessen und durch den Konsum der privaten Haushalte verändert oder verbraucht

werden und schließlich wieder als Emissionen (Abwasser, Luftverunreinigungen u. Ä.) oder in anderer Form (z. B. Abraum) an die Umwelt abgegeben werden. In den traditionellen Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) finden diese Materialströme nur zum Teil ihren Niederschlag. Für die vollständige Darstellung müssen aber auch solche Ströme erfasst und als Teil der Wirtschaft dargestellt werden, die nicht in monetären (in Euro), wohl aber in physischen Einheiten [z. B. in Tonnen (t)] gemessen werden können (z. B. die Emission von Schadstoffen in die Luft). Die Zielsetzung der Materialflussrechnungen insbesondere im Hinblick auf das Konzept der „Nachhaltigen Entwicklung“ besteht in der statistischen Erfassung dieser durch wirtschaftliche Tätigkeiten verursachten Materialflüsse zwischen der Wirtschaft und der Umwelt sowie innerhalb der Ökonomie.

Die die Grenzen zwischen Umwelt und Wirtschaft überschreitenden Materialflüsse werden im gesamtwirtschaftlichen Materialkonto und seinen Teilsystemen für Rohstoffe, Energie, Wasser, Luftemissionen, Abfälle erfasst. Materialflüsse innerhalb der Wirtschaft sind dagegen Gegenstand der physischen Input-Output-Tabellen. Die Bilanzierung der internen und der „grenzüberschreitenden“ Materialströme bilden zusammen das Kernstück der UGR, die wiederum als Satellitensystem zu den VGR die Verbindung von Umwelt und Wirtschaft herstellen. *Natürliche* Flüsse in ein oder aus einem geographischen Territorium (z. B. grenzüberschreitender Zustrom von Wasser durch Flüsse oder grenzüberschreitender Transport von Luftschadstoffen) werden nicht einbezogen.

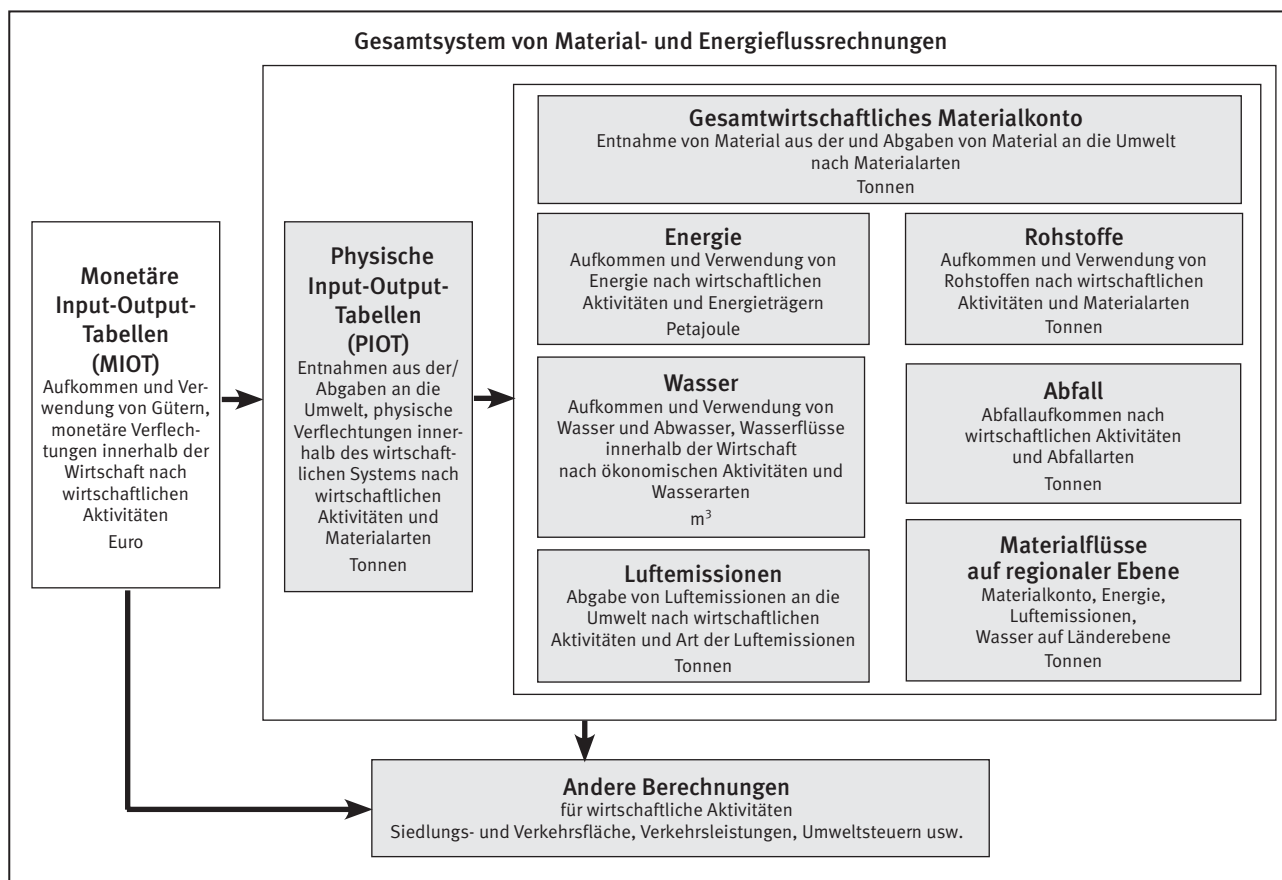
Einen methodischen Überblick über das Gesamtsystem der Material- und Energieflussrechnungen zeigt Schaubild 1. Die monetären und physischen Input-Output-Tabellen bilden den konzeptionellen Rahmen für diese Art von Berechnungen. Die physischen Input-Output-Tabellen (PIOT) bilden sozusagen das mengenmäßige Spiegelbild der monetären Input-Output-Tabelle (MIOT), stellen also Aufkommen und Verwendung von Gütern dar, erfassen aber zusätzlich die Inputs, die von der Umwelt zum wirtschaftlichen System fließen (Rohstoffe, Wasser, Sauerstoff usw.), und umgekehrt die Outputs, die die Wirtschaft an die Umwelt abgibt, wie Luftemissionen, Abfall, Abwasser und andere Abgaben. Die physischen Input-Output-Tabellen umfassen auch Materialverflechtungstabellen mit einer detaillierten Gliederung nach Produktionsbereichen und Konsumaktivitäten sowie nach Materialkategorien. Sie liefern damit eine sehr umfassende Beschreibung der Materialflüsse im Zusammenhang mit den ökonomischen Aktivitäten.

Im Einzelnen gehören zum Gesamtsystem der Material- und Energieflussrechnungen eine zusammenfassende Übersicht in Form des gesamtwirtschaftlichen Materialkontos, das Materialströme aus der Natur und der übrigen Welt in die inländische Wirtschaft sowie umgekehrt Materialströme aus der Wirtschaft in die Natur und die übrige Welt in phy-

6) Siehe Steurer, A.: “The use of National Accounts in developing SD Indicators”, Second Meeting of the ESS Task Force on Methodological Issues for Sustainable Development Indicators, Februar 2003, Eurostat 2003.

7) Schoer, K./Flachmann, C.: „Wasser in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen“ in WiSta 11/1999, S. 891 ff., Thomas, J.: „Luftemissionsentwicklung der Produktionsbereiche“ in WiSta 1/1996, S. 40 ff., Ragaly, S./Heinze, A.: „Material- und Energiefluß-Informationssystem“ in WiSta 3/1998, S. 259 ff.

Schaubild 1



sischen Einheiten (in der Regel in Tonnen) darstellt. Die Module zu Energie, Rohstoffen, Wasser, Abfall (noch unvollständig) und Luftemissionen zeigen das Aufkommen und die Verwendung dieser Stoffe, gegliedert nach wirtschaftlichen Aktivitäten und Arten von Stoffen. Die methodischen Grundlagen für diese Bausteine entsprechen den Vorgaben der Europäischen Union (EU)<sup>8)</sup> und des SEEA 2003<sup>9)</sup> (Näheres siehe unter Abschnitt 2.2).

Zwischen dem gesamtwirtschaftlichen Materialkonto und den physischen Input-Output-Tabellen, wie sie für die Jahre 1990 (früheres Bundesgebiet) und 1995 (Deutschland) erstellt wurden, gibt es allerdings einige wichtige Unterschiede:

- Das Materialkonto betrachtet nur solche Materialflüsse, die mit einer Überschreitung der Systemgrenze zwischen Umwelt und Wirtschaft verbunden sind. Materialflüsse innerhalb des wirtschaftlichen Systems (also zwischen den Produktionsbereichen bzw. den Kategorien der letzten Verwendung) werden im Gegensatz zu den physischen Input-Output-Tabellen nicht erfasst. Damit hat das Materialkonto eher bilanzierenden Charakter für die Volkswirtschaft insgesamt und die physischen Input-Output-Tabellen eher bilanzierenden Charakter für die inter-

nen Vorgänge und Verflechtungen. Die beiden Betrachtungsweisen zielen damit auf jeweils unterschiedliche Fragestellungen.

- Auf der Materialentnahmeseite wird bei den physischen Input-Output-Tabellen die land- und forstwirtschaftliche Produktion pflanzlicher Biomasse, entsprechend der Abgrenzung der Produktion in den VGR, als Teil des wirtschaftlichen Systems betrachtet, während die übrige Biomasse der Umwelt zugeordnet wird und somit außerhalb des Systems liegt. Da die Land- und Forstwirtschaft somit in den physischen Input-Output-Tabellen einen großen Teil der für das Biomassewachstum notwendigen Materialien wie Regenwasser, Kohlendioxid und Sauerstoff aus dem nicht produzierten Naturvermögen bezieht, stellen die von den Kulturpflanzen aufgenommenen Nährstoffe und Wasser den Input dieser Bereiche dar. Der Zuwachs an stofflicher Masse wird als Vorratsaufbau von produziertem Naturvermögen gebucht.

Im Materialkonto wird dagegen das Wachstum der Pflanzenproduktion der Umwelt zugerechnet, sodass nur die Entnahme von Produkten in Form von Ernte, Holzeinschlag usw. einen Übergang in das wirtschaftliche System darstellt. Deren Entstehung und der Bestand selbst

8) Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften (Eurostat) (Hrsg.): "Economy-wide material flow accounts and derived indicators – A methodological guide", Luxemburg 2001.

9) Vereinte Nationen, Europäische Kommission, Internationaler Währungsfonds, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Weltbank (Hrsg.): "Handbook of National Accounting: 'Integrated Environmental and Economic Accounting 2003 (SEEA 2003)'" , Veröffentlichung in Vorbereitung; siehe auch <http://unstats.un.org/unsd/envAccounting/sea2003.pdf>.

werden als Teil der Umwelt erachtet. Entsprechend wird die Ausbringung von Saatgut, Dünger und Pflanzenschutzmitteln als eine unmittelbare Abgabe an die Natur (Stoffausbringung) angesehen. Bei dieser Sichtweise werden die von den Pflanzen erbrachten Photosyntheseleistungen nicht als Materialentnahme bzw. -abgabe und deren damit zusammenhängendes Biomassewachstum nicht als Zunahme des Materialbestandes bilanziert („biologischer Metabolismus“). Da die hochkomplexen Stoffwechselvorgänge ohnehin nicht mit hinreichender Genauigkeit zu modellieren sind und die Angaben in diesem Bereich folglich nicht so gut abgesichert sein können, wie die Angaben im Güterbereich und bei den emittierten Rest- und Schadstoffen, liegen die Vorteile der Vorgehensweise des Materialkontos auf der Hand<sup>10)</sup>.

- Auch in der Betrachtung des Abfalls unterscheiden sich Materialkonto und physische Input-Output-Tabellen. Im Materialkonto werden die bei der Verbrennung von Abfall freigesetzten Emissionen, das Deponiegas sowie Sickerwasser aus Deponien ebenso als Materialabgaben gebucht wie der kompostierbare Abfall in seiner Gesamtheit (in der Annahme, dass das anfallende Material auch tatsächlich als Kompost wieder ausgebracht wird), dagegen wird der deponierte Abfall wie bereits erwähnt nicht als Materialabgabe an die Umwelt, sondern als Materialverbleib innerhalb des wirtschaftlichen Systems erachtet. In den physischen Input-Output-Tabellen wird demgegenüber auch der auf so genannten geordneten Deponien abgelagerte Abfall als Materialabgabe an die Umwelt angesehen. Die freigesetzten Emissionen dürfen demzufolge nicht erfasst werden, da es sich dabei um Doppelzählungen handeln würde.

Dennoch sind beide Rechenwerke grundsätzlich ineinander überführbar. Die physischen Input-Output-Tabellen sind vergleichbar mit einer Bruttodarstellung, die alle internen und grenzüberschreitenden Transaktionen umfasst, während das Materialkonto „netto“ nur die zuletzt genannten Vorgänge einbezieht. Wegen des erheblichen Arbeitsaufwandes liegen derzeit keine aktuellen physischen Input-Output-Tabellen vor. Bei zukünftigen Arbeiten muss gleichwohl geprüft werden, inwieweit Anpassungen sinnvoll sind bzw. inwieweit Angaben zur Überleitung der Daten von einem zum anderen Berichtsmodul die Zusammenhänge besser verdeutlichen können.

Wesentlich für die Material- und Energieströme ist zunächst die Betrachtung der Volkswirtschaft als Ganzes. Diese Betrachtung wird im zweiten Schritt untersetzt durch die Gliederung nach Materialarten und im dritten Schritt durch die Gliederung nach wirtschaftlichen Einheiten (und gegebenenfalls zusätzlich nach Materialarten). Dabei können sowohl Wirtschaftsbereiche als auch Produktionsbereiche (entsprechend der bestehenden monetären Input-Output-Rechnung) Grundlage des Nachweises der Materialströme sein. Rohstoffe (Energieträger und sonstiges Material) werden in Produkte oder Produktgruppen umgewandelt, es entstehen dabei Belastungen der Umwelt, zum Beispiel Luft-

emissionen, Abfall und Abwasser. Zugleich liegen auch die monetären Daten aus den „traditionellen“ VGR nach Produktions- oder Wirtschaftsbereichen gegliedert vor. Diese einheitliche Gliederung ermöglicht es Querbeziehungen zwischen ökonomischen und umweltbezogenen Größen herzustellen und Interdependenzen zu analysieren. Hinsichtlich der UGR ist deshalb die Erfassung und Darstellung der durch die wirtschaftlichen Aktivitäten (in gleicher Gliederung der Bereiche wie in den VGR) ausgelösten Material- und Energieströme von wesentlicher Bedeutung. Diese Art der Darstellung ist zugleich eine, die sich von bislang üblichen, eher technisch ausgerichteten Betrachtungen von Stoffströmen (z. B. Emissionen nach Bereichen, wie Industrieprozesse, Industrief Feuerungen, Straßenverkehr, sonstiger Verkehr usw.) unterscheidet.

Nur durch eine einheitliche methodische Abgrenzung und eine harmonisierte Gliederung der Ergebnisse ist es möglich neben der Darstellung von absoluten Kenngrößen weitere Indikatoren zu entwickeln, bei denen verschiedene Größen zueinander in Beziehung gesetzt werden. So ist es in der Ökonomie gängige Praxis, die wirtschaftliche Leistung (Bruttowertschöpfung) zu den eingesetzten Produktionsfaktoren Arbeit oder Kapital in Beziehung zu setzen. In den UGR wird die wirtschaftliche Leistung in Relation zu den einzelnen in physischen Einheiten gemessenen Mengen der Umwelteinsatzfaktoren gesetzt. Auf diese Weise lassen sich – ähnlich wie bei der Betrachtung der wirtschaftlichen Einsatzfaktoren Arbeit und Kapital – so genannte Produktivitäten errechnen.

Die so ermittelten Produktivitäten können als Maß für die Effizienz der Nutzung der verschiedenen Bestandteile des Produktionsfaktors Umwelt herangezogen werden. Die Entwicklung der Effizienz ist unter dem Nachhaltigkeitsblickwinkel von besonderem Interesse, da sich Konflikte zwischen Umweltzielen und ökonomischen Zielen am ehesten durch Effizienzsteigerungen lösen bzw. abmildern lassen. Die Beobachtung der Entwicklung dieser Größen über längere Zeiträume kann darüber Auskunft geben, wie sich das Verhältnis dieser Faktoren u. a. durch technischen Fortschritt verändert, ob also zum Beispiel der Einsatz von Kapital eher zur Entlastung des Faktors Arbeit oder des Faktors Umweltinanspruchnahme führt. Zusammen mit der Entwicklung der absoluten Mengen kann so gezeigt werden, ob eine Entwicklung hin zu einem schonenderen Umgang mit der Umwelt stattgefunden hat.

## 2.2 Gesamtwirtschaftliches Materialkonto

Die Berechnung von Material- und Energieflüssen ist auch im internationalen Rahmen für die datenmäßige Erfassung von Zusammenhängen zwischen Wirtschaft und Umwelt von zentraler Bedeutung. Das wird beispielsweise in dem gemeinsam von den Vereinten Nationen, der Europäischen Kommission, dem Internationalen Währungsfonds, der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) und der Weltbank herausgegebenen Handbuch zu Integrierten Umweltökonomischen Gesamtrech-

10) Schweinert, S.: „Nationales Handbuch Materialkonto“, Band 13 der Schriftenreihe „Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen“, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2004, S. 16.

nungen (SEEA 2003)<sup>11)</sup> deutlich. Auch auf EU-Ebene werden in verschiedenen Handbüchern detailliert Methoden und Abgrenzungen von Umweltrechnungen dargestellt. Das Handbuch zum gesamtwirtschaftlichen Materialkonto<sup>12)</sup> stellt den konzeptionellen Rahmen dar, erläutert die einzelnen Positionen auf der Entnahme- und Abgabeseite der Bilanz und präsentiert Indikatoren, die von diesen Daten abgeleitet werden können.

Vom Statistischen Bundesamt werden Ergebnisse von Materialflussrechnungen bereits seit 1993 veröffentlicht. Aufgrund dieses Vorlaufs vor der europäischen und der internationalen Entwicklung hatten sich einige methodische Unterschiede zwischen dem deutschen und dem vom Statistischen Amt der Europäischen Gemeinschaften (Eurostat) entwickelten Konzept ergeben. Im Rahmen eines von der EU unterstützten Projekts wurden diese inhaltlichen Abweichungen geprüft und entsprechende Anpassungen vorgenommen, sodass nunmehr das deutsche gesamtwirtschaftliche Materialkonto den europäischen Vorgaben entspricht und somit die Vergleichbarkeit auf EU-Ebene gegeben ist. Auf der Entnahmeseite werden danach folgende Hauptkategorien unterschieden:

- Verwertete inländische Entnahme, untergliedert in abiotische und biotische Rohstoffe,
- Entnahme von Gasen (insbesondere für Verbrennungsprozesse, Industrieprozesse),
- Einfuhr von Rohstoffen, Halb- und Fertigwaren,
- nicht verwertete Entnahme (Abraum, Bergematerial, Bodenaushub, nicht verwertete Biomasse).

Auf der Abgabeseite des Materialkontos sind die wichtigsten Positionen:

- Inländische Abgabe nach Verwertung, wobei Luftemissionen, Emissionen ins Abwasser, die Ausbringung von Produkten (Saatgut, Dünger, Streusalz) und die Abgabe von sonstigen Gasen unterschieden werden,
- Ausfuhr in gleicher Gliederung wie die Einfuhr,
- nicht verwertete inländische Abgabe, die der nicht verwerteten inländischen Entnahme entspricht.

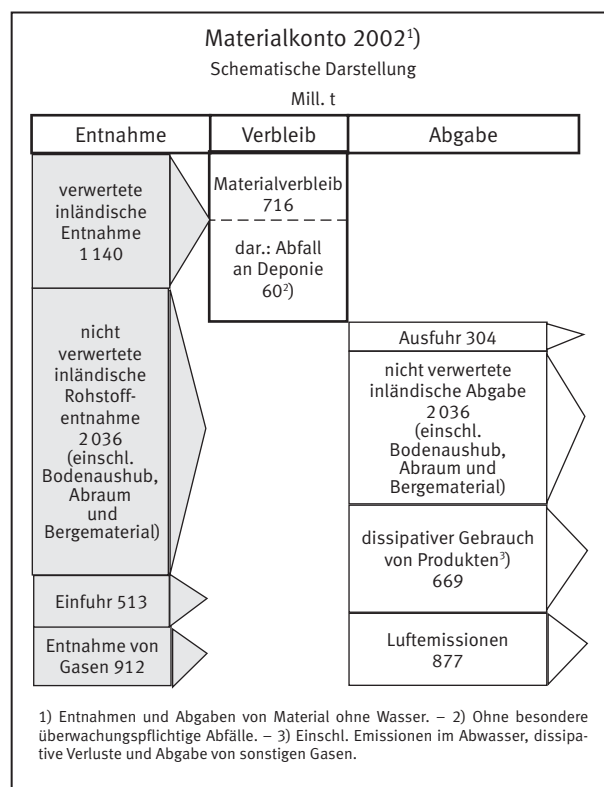
Eine weitere, bislang noch nicht gefüllte Kategorie sind die indirekten Flüsse bezüglich der Im- bzw. der Exporte, also der Materialeinsatz in den vorgelagerten Produktionsstufen der Im- und Exportgüter. Auf diesen Aspekt wird an späterer Stelle noch näher eingegangen.

Der Saldo zwischen Entnahmen aus der und Abgaben an die Umwelt kann als Materialverbleib im wirtschaftlichen Sys-

tem interpretiert werden. Dies gilt auch für den deponierten Abfall, der zumindest in Deutschland grundsätzlich kontrolliert abgelagert wird und insoweit nicht als eine Abgabe an die Umwelt gesehen wird. Emissionen aus Deponien in die Luft oder ins Wasser sind hingegen bei den Abgaben einbezogen (siehe Abschnitt 2.1). Ob der deponierte Abfall als Abgabe an die Umwelt oder als Verbleib im wirtschaftlichen System gebucht wird, ist im EU-Handbuch freigestellt. Nicht alle Länder verfahren in gleicher Weise wie Deutschland, insbesondere solche nicht, bei denen zumindest teilweise davon auszugehen ist, dass Abfall so abgelagert wird, dass keine Kontrolle mehr über Ort und Zusammensetzung besteht.

Schaubild 2 zeigt das Materialkonto in verkürzter Form mit Ergebnissen für das Jahr 2002. Die Daten werden aus unterschiedlichen Quellen zusammengestellt. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Statistiken über Produktion, Außenhandel, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei sowie Umwelt, die beim Statistischen Bundesamt<sup>13)</sup> erstellt werden. Außerdem werden Veröffentlichungen des Wirtschafts- und des Landwirtschaftsministeriums<sup>14)</sup> sowie Verbandstatistiken herangezogen und die Daten an einigen Stellen durch Schätzungen ergänzt<sup>15)</sup>.

Schaubild 2



11) Siehe Fußnote 9.

12) Siehe Fußnote 8.

13) Siehe Fachserie 3 „Land- und Forstwirtschaft, Fischerei“, Reihe 1 „Ausgewählte Zahlen für die Agrarwirtschaft“, Reihe 2 „Betriebs-, Arbeits- und Einkommensverhältnisse“ und Reihe 3 „Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung“; Fachserie 4 „Produzierendes Gewerbe“, Reihe 3.1 „Produktion im Produzierenden Gewerbe“; Fachserie 7 „Außenhandel“, Reihe 1 „Zusammenfassende Übersichten für den Außenhandel“; Fachserie 19 „Umwelt“, Reihe 1 „Abfallentsorgung“, Reihe 2.1 „Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung“ und Reihe 2.2 „Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in der Industrie“.

14) Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (Hrsg.): „Der Bergbau in der Bundesrepublik – Bergwirtschaft und Statistik“; Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.): „Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten“.

15) Detaillierte Angaben zu Quellen und Berechnungsmethoden enthält Anhang I der Veröffentlichung von Schweinert, S. (Fußnote 10).

Wie oben erläutert, wurden die Teilbereiche Energie, Luftemissionen und Wasserflüsse bereits in anderen Beiträgen in dieser Zeitschrift näher betrachtet.<sup>16)</sup> Die folgenden Kapitel konzentrieren sich daher auf die Entnahmeseite des Kontos, also auf die verwertete Entnahme von Rohstoffen und die Einfuhr. Diese beiden Größen (verwertete inländische Entnahme von Rohstoffen zuzüglich Einfuhr aller Güter) werden im Folgenden zum Begriff Primärmaterial zusammengefasst.

### 3 Primärmaterialeinsatz im Materialkonto und abgeleitete Indikatoren

Die Entnahmeseite des Materialkontos dient – wie oben bereits erläutert – der Erfassung des Materialbedarfs einer Volkswirtschaft. Dabei geht es nicht um die Erfassung von Beständen, sondern von Stromgrößen im Laufe einer Periode. Im ersten Schritt werden die unmittelbaren Materialströme erfasst, die aus der inländischen Natur entnommen werden bzw. aus dem Ausland eingeführt werden. Damit lassen sich Ausmaß und Entwicklung der physischen Inanspruchnahme der Umwelt erkennen. Aus einer einfachen Addition ganz unterschiedlicher Materialien in Gewichtseinheiten sind zunächst aber nur grobe Hinweise auf das Belastungspotenzial der Materialflüsse abzuleiten. Für eine genauere Analyse sind weitere Schritte erforderlich:

- Zum einen muss zwischen Materialarten oder -kategorien unterschieden werden. Je nachdem, ob es beispielsweise im Kohlebergbau um die Förderung von Braunkohle (in der Regel im Tagebau) oder von Steinkohle (im Untertagebau) geht, werden unterschiedliche Eingriffe in die Landschaft verursacht, entstehen große oder vergleichsweise geringe Mengen von Abraum usw. Ebenso macht es einen erheblichen Unterschied, ob man abiotische Rohstoffe betrachtet, deren Reserven endlich sind, oder biotische, also nachwachsende Rohstoffe. Die Informationen über die einzelnen Kategorien müssen neben der Gesamtzahl als darunter liegende Informationen verfügbar sein, um adäquate Schlussfolgerungen ziehen zu können.
- Zum zweiten darf sich die Betrachtung nicht ausschließlich auf die inländisch entnommenen Rohstoffe beziehen. Vielmehr ist zu fragen, inwieweit statt der Entnahme von Rohstoffen im Inland entsprechende Rohstoffe oder auch Halb- und Fertigwaren aus dem Ausland eingeführt werden. Je mehr solche Substitutionsvorgänge stattfinden, desto stärker werden Umweltbelastungen, die von den Entnahme- und Produktionsprozessen ausgehen, ins Ausland verlagert. Zugleich können aber auch entgegengesetzt gerichtete Substitutionsprozesse zum Beispiel durch steigende Exporte von Materialien stattfinden.
- Drittens ist eine Unterscheidung der Branchen erforderlich, die die verschiedenen Materialien verwenden. Wie

oben bereits erläutert ist es eines der Kernelemente der UGR, die Ergebnisse nach Produktionsbereichen zu gliedern und damit Querbeziehungen zu anderen ökologischen oder ökonomischen Tatbeständen herzustellen. Anhand der branchenbezogenen Informationen lassen sich darüber hinaus die Bereiche identifizieren, die gegebenenfalls von entsprechenden umweltpolitischen Maßnahmen betroffen wären. Auch bei der so genannten Dekompositionsanalyse, die es erlaubt, die zeitliche Entwicklung eines Indikators aus der Entwicklung seiner Einflussfaktoren zu erklären, ist es nur auf der Grundlage bereichsbezogener Ergebnisse sinnvoll, den Einfluss der Entwicklung der Wirtschaftsstruktur zu quantifizieren.

- Und schließlich muss viertens versucht werden, die indirekten Materialflüsse, das heißt den Materialbedarf in den vorgelagerten Produktionsstufen, abzuschätzen. Es stellt sich also beispielsweise die Frage wie viel Erz und wie viel Energie benötigt wurde, um Stahl zu erzeugen oder welche Mengen von Holz oder Zellstoff, Energie, Wasser usw. in Druckpapier stecken.

Die indirekten Materialflüsse, die mit den Produkten verbunden sind, werden auch als „ökologische Rucksäcke“ bezeichnet. Dabei wird danach unterschieden, ob lediglich die verwerteten vorgelagerten Materialeinsätze berücksichtigt werden oder auch die nicht verwerteten. Im Hinblick auf den globalen Materialbedarf einer Volkswirtschaft und die bereits angesprochenen Substitutionsvorgänge ist die rechnerische Einbeziehung dieser Materialströme von besonderem Interesse. Sie sind aber auch besonders schwierig zu ermitteln, da die „Rucksäcke“ von den natürlichen Gegebenheiten bzw. den Produktionsstrukturen in den einzelnen Handelspartnerländern bestimmt werden.

Die beiden ersten Schritte sind im oben dargestellten Materialkonto bereits realisiert. Die Ergebnisse können herangezogen werden, um gesamtwirtschaftliche Darstellungen zu unterlegen. Eine Darstellung der Verwendung von Primärmaterial (das sind entnommene Rohstoffe und eingeführte Güter zusammen) nach Branchen wird derzeit auf der Basis des deutschen Materialkontos erarbeitet und entsprechende Analysen durchgeführt. Zu dieser Thematik wird ein eigener Beitrag in einer der nächsten Ausgaben dieser Zeitschrift erscheinen. Die Ermittlung der indirekten Materialflüsse wird ebenfalls angestrebt, hier müssen aber noch eine Reihe von methodischen Problemen gelöst werden, bevor Ergebnisse veröffentlicht werden können.

Sowohl Gesamtindikatoren wie auch nach Materialarten und/oder nach Branchen differenzierte Indikatoren dienen also der Beantwortung jeweils spezieller Fragen. Die Gesamtindikatoren ermöglichen beispielsweise internationale Vergleiche. Sie werden aber insbesondere zur Problembeschreibung und zur Erfolgskontrolle auf nationaler Ebene verwendet. So wird der Rohstoffindikator der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung<sup>17)</sup> auf der Basis des Materialkontos und damit der gesamtwirtschaft-

<sup>16)</sup> Siehe Fußnote 7.

<sup>17)</sup> Siehe Fußnote 2.

lichen Materialflüsse gebildet. In der Nachhaltigkeitsstrategie sind 21 Indikatoren festgelegt, die die Entwicklung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit abbilden sollen. Zugleich werden Ziele vorgegeben, die im Hinblick auf diese Indikatoren in den kommenden 10 bis 15 Jahren erreicht werden sollen. Der dort definierte Indikator „Rohstoffproduktivität“ soll insbesondere darstellen, wie sich die Effizienz des Umgangs der inländischen Wirtschaft mit den eingesetzten Materialien im Zeitablauf entwickelt.

Zur Ermittlung der Rohstoffproduktivität werden – analog der Berechnung von Arbeits- oder Kapitalproduktivitäten – die wirtschaftliche Leistung und die in physischen Einheiten gemessenen Rohstoffeinsatzmengen in Relation gesetzt, wobei die Daten aus dem gesamtwirtschaftlichen Materialkonto zugrunde gelegt werden. Im Einzelnen fließen die verwertete inländische Entnahme von abiotischen Rohstoffen (Energieträger, mineralische Rohstoffe) sowie die Einfuhr von abiotischen Rohstoffen und Gütern in den Rohstoffindikator ein. Bei der Interpretation dieser Größe ist zu beachten, dass bei der Berechnung von Produktivitäten der gesamte reale Ertrag der wirtschaftlichen Tätigkeit ausschließlich auf den gerade betrachteten Produktionsfaktor – hier den Rohstoffeinsatz – bezogen wird, obwohl das Produkt aus dem Zusammenwirken sämtlicher Produktionsfaktoren entsteht.

Im Handbuch zu den Materialflussrechnungen der EU<sup>18)</sup> wird ebenfalls die Bildung von Indikatoren empfohlen, die den gesamtwirtschaftlichen Rohstoffbedarf darstellen und internationale Vergleiche ermöglichen. Die wichtigsten, die sich mit dem Materialeinsatz beschäftigen, sind

- der Gesamtmaterialeinsatz (“total material input” – TMI),
- der direkte Materialeinsatz (“direct material input” – DMI),
- der inländische Materialverbrauch (“domestic material consumption” – DMC) sowie
- die physische Handelsbilanz (“physical trade balance” – PTB), die sich als Differenz von Im- und Exporten in Tonnen ergibt und damit insbesondere den Außenhandel beleuchtet.

Die Zusammenhänge zwischen den Indikatoren ergeben sich wie folgt:

	2002	
	Mill. t	1994 = 100
Verwertete abiotische inländische Entnahme	895	80,8
+ verwertete biotische inländische Entnahme	245	108,8
+ nicht-verwertete inländische Entnahme	2036	87,7
+ Einfuhr (biotisch und abiotisch)	514	110,8
= TMI (Gesamtmaterialinput)	3690	89,6
– nicht-verwertete inländische Entnahme	2036	87,7
= DMI (direkter Materialeinsatz)	1653	92,0
– Ausfuhr (biotisch und abiotisch)	304	136,1
= DMC (inländischer Materialverbrauch)	1350	85,8

18) Siehe Fußnote 8.

Die Basiszahl für den Rohstoffindikator der deutschen nationalen Nachhaltigkeitsstrategie kann ebenfalls aus dem direkten Materialeinsatz (DMI) abgeleitet werden.

	2002	
	Mill. t	1994 = 100
DMI (direkter Materialeinsatz)	1653	92,0
– verwertete inländische Entnahme von Biomasse	245	108,8
– Einfuhr von Biomasse und deren Produkten	81	116,2
= Basiszahl für deutschen Rohstoffindikator	1328	88,4

Die Abgrenzung der Materialströme, die in den DMI eingehen, unterscheidet sich also von der, die dem deutschen Indikator zugrunde gelegt wird, lediglich durch die inländische Entnahme von Biomasse und die Einfuhr von Gütern biotischen Ursprungs. Bei den Überlegungen der Bundesregierung zum effizienteren Einsatz von Rohstoffen standen vor allem die nicht erneuerbaren Rohstoffe im Vordergrund. Demgegenüber erlaubt die zusätzliche Einbeziehung der biotischen Rohstoffe auch die Betrachtung möglicher Substitutionseffekte zwischen den beiden Materialkategorien. Hinsichtlich der einzubeziehenden Materialarten in einen Indikator gibt es also kein generelles „Richtig“ oder „Falsch“, vielmehr hängt die Auswahl von der jeweiligen Fragestellung der Analyse ab.

Das zeigt sich auch bei der vergleichenden Betrachtung von direktem Materialeinsatz und inländischem Materialverbrauch, die in der internationalen Diskussion eine Rolle spielt. Der DMI, der den (direkten) Materialeinsatz für Produktion und Konsum im Inland umfasst, ist insbesondere dann die geeignete Größe, wenn die Analyse nicht auf die gesamtwirtschaftliche Ebene reduziert bleiben, sondern auf Produktions- und Konsumprozesse heruntergebrochen werden soll, wenn also Wirtschaftsstruktur und Produktionsverflechtungen näher beleuchtet werden sollen. Demgegenüber ist der inländische Materialverbrauch (DMC = DMI abzüglich der exportierten Mengen) dann geeignet, wenn eine Größe benötigt wird, die doppelzählungsfrei über verschiedene Länder aggregierbar ist, oder wenn auf gesamtwirtschaftlicher Ebene zum Beispiel ein inländischer Materialeinsatz nach einzelnen Materialarten betrachtet werden soll.

Ein weiterer, noch umfassenderer Indikator, der so genannte Gesamtmaterialbedarf (“total material requirement” – TMR), bezieht – anders als die übrigen Indikatoren – zusätzlich die indirekten Materialströme (auch die nicht verwerteten Entnahmen) auf den vorgelagerten Produktionsstufen im Ausland ein. Verlässliche Daten hierfür sind aber wie oben bereits erläutert nur schwer zu ermitteln. Dieser Indikator kann daher derzeit nicht aus den Ergebnissen der deutschen Materialflussrechnungen abgeleitet werden. Im Hinblick darauf, dass einerseits die Analyse der nicht verwerteten Entnahme auf nationaler wie auf internationaler Ebene nicht im Vordergrund steht und dass andererseits die Datenbeschaffung äußerst schwierig ist, sind hier in absehbarer Zeit auch keine Anstrengungen des Statisti-

schen Bundesamtes vorgesehen. Dagegen wurden von wissenschaftlichen Instituten – in Deutschland vor allem vom Wuppertal Institut<sup>19)</sup> – bereits erste Berechnungen für den TMR vorgelegt.

Der letzte der oben genannten Indikatoren gemäß dem EU-Handbuch, die physische Handelsbilanz (PTB), gibt eine erste, sehr grobe Einschätzung grenzüberschreitender Materialströme, die an anderer Stelle bereits angesprochen wurde (siehe zu Beginn dieses Abschnitts). Er zeigt auf, ob in der Summe ein Zustrom von Material in eine Volkswirtschaft erfolgt oder ob ein Abfluss von Material zu verzeichnen ist. In ihm verdeutlicht sich die Notwendigkeit der globalen Betrachtung von Materialströmen, wobei jedoch für detaillierte Analysen umfangreiche zusätzliche Informationen benötigt werden. Werden Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren importiert und die zugehörigen (umweltbelastenden) Entnahme- und/oder Produktionsprozesse finden dann im Ausland statt? Ist es möglicherweise umgekehrt? Welche Verschiebungen ergeben sich hier im Zeitablauf? Gibt es Unterschiede zwischen dem Materialbedarf in den vorgelagerten Produktionsstufen des In- und Auslandes? Kann man daraus Schlüsse ziehen hinsichtlich des globalen Materialbedarfs der inländischen Wirtschaft? Welche Prozesse finden im Inland gar nicht statt (Anbau von Bananen, Abbau von Kupfererzen usw.)? Wie integriert man diese in die inländische Rechnung? Welche Daten benötigt man, um diese und ähnliche Fragen zu beantworten? Um sich diesen Fragen zu nähern, ist in einem ersten Schritt vorgesehen, die Ein- und Ausfuhrdaten im Hinblick auf den Verarbeitungsgrad näher zu analysieren und mögliche Verschiebungen im Zeitablauf zu untersuchen. Einen umfassenderen Ansatz für diese Art von Fragestellungen bietet aber das Konzept der indirekten Effekte, das im folgenden Kapitel kurz und in dem bereits erwähnten Artikel in einer der nächsten Ausgaben dieser Zeitschrift ausführlich erläutert wird.

## 4 Weiterführende Analysen

Die Ergebnisse der Materialflussrechnungen, wie der UGR allgemein, können als Grundlage für vielfältige weiterführende Analysen und Prognosen sowie die Formulierung von Maßnahmen verwendet werden. Zusammenfassend sind dies<sup>20)</sup>:

- Ableitung gesamtwirtschaftlicher Indikatoren. Von besonderem Interesse sind dabei Indikatoren, die in Form von Effizienzmaßen (Produktivitäten oder deren Kehrwert, den Intensitäten) monetäre ökonomische Größen mit physischen Umweltkennziffern verknüpfen (siehe Abschnitt 2.1). Darüber hinaus kann bei der Betrachtung von Primärmaterialströmen eine Analyse nach Materialarten auf gesamtwirtschaftlicher Ebene erfolgen.

- Ableitung sektoraler Indikatoren (z.B. Primärmaterial- oder Energieintensität der Produktions- bzw. Wirtschaftsbereiche). Auch hier kommt wiederum den sektorspezifischen Effizienzindikatoren besondere Bedeutung zu.
- Dekompositionsanalyse: Erklärung der zeitlichen Entwicklung eines Indikators aus der Entwicklung seiner Einflussfaktoren, zum Beispiel Rückführung der Entwicklung des Primärmaterialeinsatzes auf die allgemeine Produktionsentwicklung, die Veränderung der Branchenstruktur der Wirtschaft und die Veränderung der Intensität der direkten Primärmaterialnutzung in den einzelnen Branchen.<sup>21)</sup>
- Input-Output-Analyse: Verknüpfung der in physischen Einheiten vorliegenden Daten zur Umweltinanspruchnahme mit monetären oder physischen Input-Output-Tabellen zur Berechnung kumulierter Effekte, die neben der direkten Belastung (z.B. direkter Energieverbrauch bei der Herstellung eines Gutes) auch die indirekte Belastung (Berücksichtigung z.B. der Energie- oder Primärmaterialeinsätze in allen Stufen der Produktion des Gutes) mit einbezieht. Hierbei ist auch zum Beispiel die Quantifizierung des Effektes einer Verlagerung umweltintensiver Aktivitäten in die übrige Welt auf die Umweltbelastung im Inland möglich.
- Nutzung der Daten in multi-sektoralen ökonomischen Modellierungsansätzen: Mit der Modellierung werden Szenarien aufgestellt, die es erlauben, in einer integrierten Betrachtung die Entwicklung sowohl von Umwelt- wie auch von wirtschaftlichen Variablen in der Zukunft abzuschätzen. So kann zum Beispiel im Rahmen eines solchen Modells abgeschätzt werden, wie sich etwa die Einführung einer Energie- oder einer anderen rohstoffbezogenen Steuer auf Energieverbrauch, Primärmaterialeinsatz, CO<sub>2</sub>-Emissionen, Steuereinnahmen, Beschäftigung oder Bruttoinlandsprodukt und eventuell weitere Variablen auswirken würde. Die Daten der UGR liefern für diese Modelle einen wichtigen Input. Modellrechnungen sind aber nicht Teil der UGR, sondern werden von wissenschaftlichen Institutionen außerhalb der amtlichen Statistik durchgeführt.

Um „Ursachen und Wirkungen der treibenden Kräfte“<sup>22)</sup> (stärker) deutlich zu machen, müssen neben der Anwendung der genannten analytischen Instrumente für die jeweils anstehende Fragestellung die relevanten Querbeziehungen zu anderen im Rahmen der UGR zur Verfügung stehenden Themen und Daten geprüft und diese im Zusammenhang untersucht werden. Mit der Entnahme und dem Einsatz von Material sind unterschiedlichste Belastungen verbunden. Bei der Entnahme selbst werden Flächen in Form von Abbauland, als Lagerplätze für Abraum u.Ä. in Anspruch genommen, Landschaften werden verändert, in

19) Siehe Schütz, H.: "Economy-wide material flow accounts, land use accounts and derived indicators for Germany", Projektbericht an die Europäische Kommission vom 26. Februar 2003.

20) Siehe Schoer, K.: „Umweltökonomische Gesamtrechnungen“ in Umweltschutzberater, Ergänzungslieferung Februar 2005.

21) Siehe Seibel, S.: "Decomposition analysis of carbon dioxide-emission changes in Germany", Download unter: [http://www.destatis.de/download/d/veroeffach\\_voe/dekomposition.pdf](http://www.destatis.de/download/d/veroeffach_voe/dekomposition.pdf).

22) Rat für nachhaltige Entwicklung: „Am Roten Faden arbeiten“. Stellungnahme zum Regierungsentwurf des Fortschrittsberichts 2004, „Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung“ vom 19. Juli 2004.



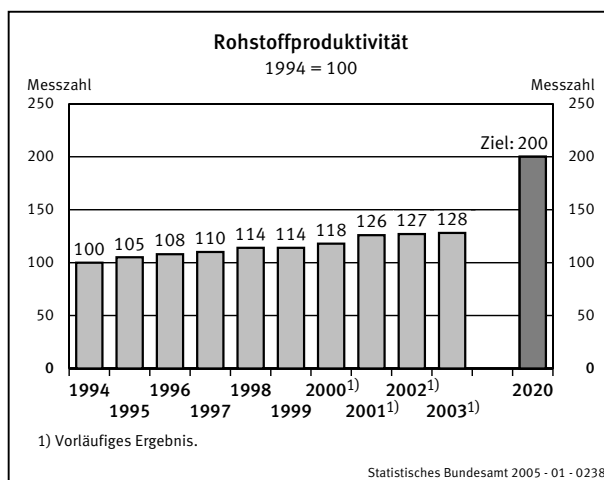
Ökosysteme wird eingegriffen. Das entnommene Material wird zu seiner ersten Verwendung transportiert, ebenso finden – abhängig von der sachlichen und räumlichen Arbeitsteilung einer Volkswirtschaft – auf den weiteren Produktionsstufen Transporte statt. Auch die ein- und ausgeführten Güter werden über Straße, Schiene, Wasserwege, Rohrleitungen oder durch Luftfahrzeuge an den Ort ihres Einsatzes bewegt, wobei diese Verkehrsaktivitäten wiederum mit Energieverbrauch, Emissionen, Lärm usw. verbunden sind. Bei der Materialentnahme selbst, aber auch bei ihrer Umwandlung oder beim Verbrauch, entstehen nicht zuletzt Emissionen in Form von Abfall, Abwasser oder Luftemissionen.

Das Instrumentarium der UGR liefert dabei wertvolle Unterstützung für die nähere Betrachtung der Zusammenhänge. So werden beispielsweise im UGR-Modul Verkehr und Umwelt u. a. der Umfang des Gütertransports, die Art der beförderten Güter und die damit verbundenen Umweltbelastungen betrachtet. Im UGR-Modul „Flächennutzung“ können Flächen identifiziert werden, die mit der Rohstoffentnahme in Zusammenhang stehen. Aus den Wasserflussrechnungen ist erkennbar, wie hoch etwa der Wasserverbrauch der Rohstoff extrahierenden Bereiche ist.

### 5 Ausgewählte Ergebnisse

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, hat sich die Bundesregierung in ihrer Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie u. a. die Steigerung der Rohstoffproduktivität zum Ziel gesetzt, um so der Ressourcenverknappung entgegenzuwirken und die Umweltbelastungen, die vom Rohstoffverbrauch ausgehen, zu vermindern. Inwieweit das bislang gelungen ist, zeigt Schaubild 3. Die verwertete Rohstoffentnahme im Inland und die Importe – jeweils abiotische Materialien – sind von 1994 bis 2003 um fast 13% zurückgegangen, während das Bruttoinlandsprodukt in diesem Zeitraum um rund 12% gestiegen ist. Das entspricht einer Produktivitätssteigerung um 28,5%.

Schaubild 3



Im Vergleich dazu sind die international vereinbarten Indikatoren DMI (direkter Materialeinsatz) und DMC (inländischer Materialverbrauch) seit 1994 um 8% bzw. knapp 14% zurückgegangen (bis 2002, siehe Kapitel 3). Diese beiden Größen stellen die Entwicklung absoluter Mengen, nicht eine Produktivität dar.

Für die Interpretation dieser absoluten Entwicklungen lohnt sich ein Blick auf die verschiedenen Materialarten (siehe die Tabelle). Die inländische verwertete abiotische Rohstoffentnahme war im Zeitraum von 1994 bis 2002 deutlich rückläufig (-19%), wobei die bedeutendste Einzelposition, nämlich die Entnahme von Sand, Kies, Natursteinen u.Ä., die Entwicklung besonders geprägt hat (-22%). Der Einsatz von Baurohstoffen ist in Deutschland als Folge des deutlichen Einbruchs der Baukonjunktur – zwischen 1994 und 2002 verminderten sich die Bauinvestitionen preisbereinigt um fast 18% – überproportional zurückgegangen. Dieser Effekt hat rechnerisch wesentlich zu einer Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Rohstoffproduktivität beigetragen. Auch für andere Länder zeigt sich, dass die Baurohstoffe die

Rohstoffentnahme und Import nach Materialkategorien

Materialkategorien	1994	1998	2002	Veränderung 2002 gegenüber 1994
	Mill. t			%
Rohstoffentnahme und Import insgesamt (biotisch und abiotisch) <sup>1)</sup>	1796	1721	1653	-8,0
Rohstoffentnahme und Import (abiotisch) <sup>2)</sup>	1502	1394	1328	-11,6
Inländische Rohstoffentnahme (abiotisch)	1108	962	895	-19,2
Inländische Entnahme von Energieträgern	278	227	228	-18,0
Inländische Entnahme von Erzen	0,1	0,6	0,4	+300
Inländische Entnahme von sonstigen mineralischen Rohstoffen	830	735	667	-19,6
dar.: Sand, Kies, Natursteine u. Ä.	729	627	567	-22,2
Einfuhr (abiotisch)	394	432	433	+9,9
Einfuhr von Energieträgern und deren Erzeugnissen	217	246	252	+16,1
Einfuhr von Erzen und deren Erzeugnissen	75	85	77	+2,7
Einfuhr von sonstigen mineralischen Rohstoffen und deren Erzeugnissen	64	54	44	-31,3
Einfuhr sonstiger abiotischer Güter	37	47	59	+59,5
Rohstoffentnahme und Import (biotisch)	294	327	325	+10,5
Entnahme von Biomasse	225	254	245	+8,9
Einfuhr von Gütern biotischen Ursprungs	69	73	81	+17,4

1) Direkter Materialeinsatz – DMI. – 2) Basiszahl für Rohstoffindikator der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie.

Mengenentwicklung bei den Rohstoffen besonders stark beeinflussen.<sup>23)</sup> Darüber hinaus spielten die geringeren Fördermengen im Steinkohle- und Braunkohlebergbau (-50% bzw. -12%) eine Rolle.

Gegenläufig zu dieser Entwicklung stieg die Einfuhr von abiotischen Gütern um knapp 10% an, wobei hier die mengenmäßig bedeutsamste Position die Energieträger mit einem Plus von rund 16% waren. Bei den Energieträgern zeigen also Entnahme und Einfuhr in entgegengesetzte Richtungen; bei Erzen haben sich mengenmäßig nur geringe Veränderungen ergeben und bei den sonstigen mineralischen Rohstoffen sind sowohl inländische Entnahme als auch Einfuhr im Betrachtungszeitraum rückläufig. Der Einsatz biotischer Rohstoffe ist von 1994 bis 2002 um gut 10% gestiegen, wobei die Einfuhr stärker gestiegen ist als die inländische Entnahme.

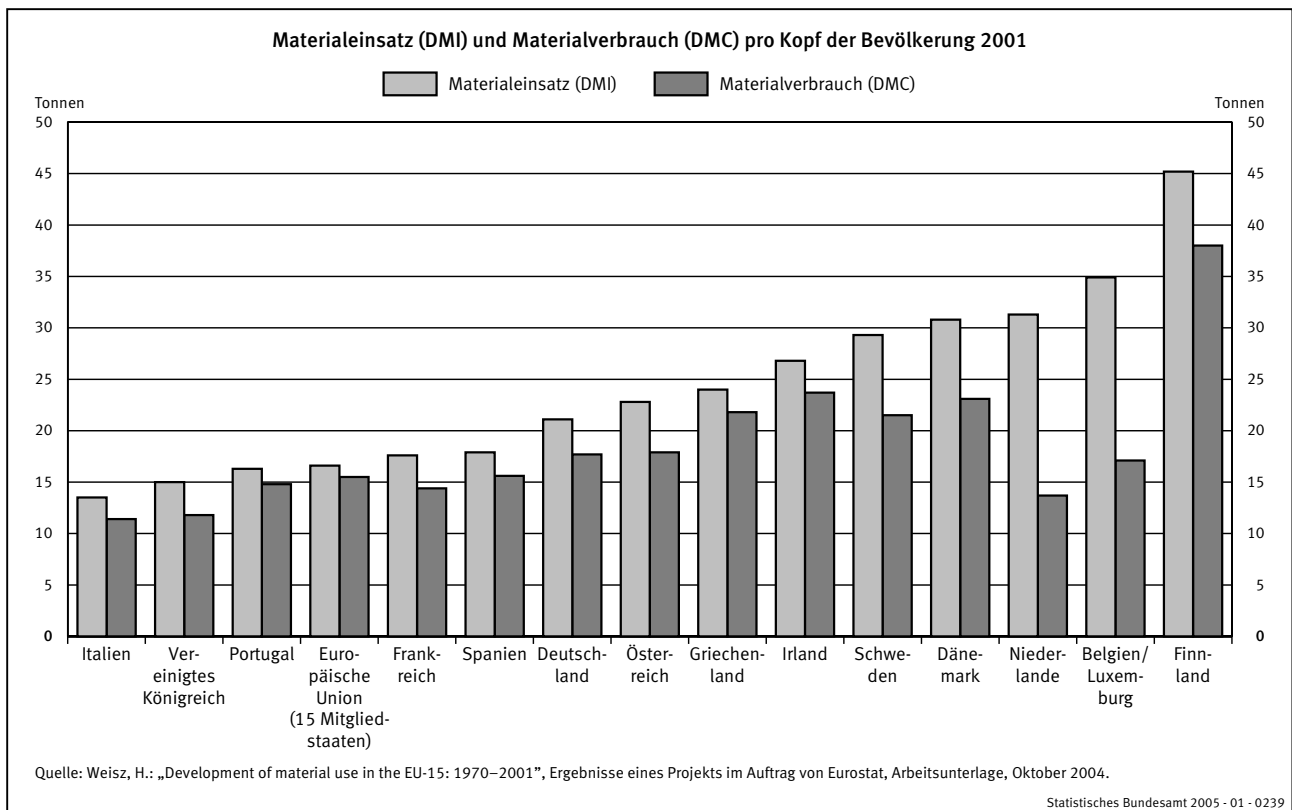
Interessant ist bei den Energieträgern auch ein Vergleich zwischen Mengen (gemessen in Tonnen) einerseits und Energiegehalt (gemessen in Joule) andererseits. Von 1994 bis 2002 blieb der Energiegehalt für die im Inland entnommenen und die eingeführten Energieträger nahezu konstant (+0,06%, ohne eingeführten Strom und Kernenergie), während in Tonnen gemessen ein leichter Rückgang um rund 3% zu verzeichnen ist. Bezieht man beim Energiegehalt zusätzlich den importierten Strom und die Kernenergie ein, die sich auf die Mengenzugang nicht auswirken, ergibt sich

ein Plus von 1,25% im Betrachtungszeitraum. Hier wurden offenbar zumindest teilweise Energieträger mit einem niedrigeren Energiegehalt je Gewichtseinheit durch solche mit höherem Energiegehalt substituiert, was bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden muss.

Pro Kopf der Bevölkerung belaufen sich die Einfuhr sowie die gesamte verwertete und nicht verwertete Entnahme, also einschließlich Biomasse (Ernte aus der Landwirtschaft, Erträge aus Forstwirtschaft und Fischfang), aber ohne die Entnahme von Sauerstoff, Stickstoff, Luft sowie Wasser, auf knapp 45 t im Jahr 2002, das sind fast 6 t pro Kopf weniger als acht Jahre zuvor. Mehr als die Hälfte davon entfällt auf die nicht-verwerteten Materialien wie Abraum, Bergematerial usw. mit zuletzt fast 25 t pro Kopf.

Die Pro-Kopf-Darstellung eignet sich besonders für Vergleiche auf internationaler Ebene. Bezogen auf die in Kapitel 3 vorgestellten Indikatoren DMI (inländischer Materialeinsatz) und DMC (inländischer Materialverbrauch) sind im Schaubild 4 die Ergebnisse einer vergleichenden Studie für die EU-15 im Jahr 2001 dargestellt<sup>24)</sup>. Deutschland lag mit einem DMI von rund 21 t pro Kopf an sechster Stelle hinter den Ländern Italien, dem Vereinigten Königreich, Portugal, Frankreich und Spanien. Beim DMC hatten neben den genannten Ländern auch die Niederlande und Belgien/Luxemburg einen niedrigeren Materialeinsatz pro Kopf der Bevölkerung als Deutschland (knapp 18 t pro Kopf).

Schaubild 4



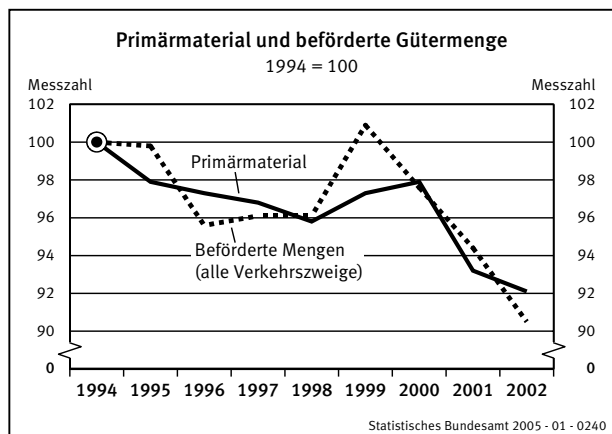
23) Siehe Weisz, H.: „Development of material use in the EU-15: 1970–2001“, Ergebnisse eines Projekts im Auftrag von Eurostat, Arbeitsunterlage, Oktober 2004.

24) Siehe Fußnote 23. Entsprechende Ergebnisse für die Länder der EU-25 liegen bislang nicht vor.

Ein- und Ausfuhr von Material weisen in Tonnen gemessen erhebliche Unterschiede auf. Im Jahr 2002 wurden 513 Mill. t an Gütern eingeführt und 304 Mill. t ausgeführt, das ergibt einen Überschuss der Einfuhren in der physischen Handelsbilanz (PTB) in Höhe von 206 Mill. t. Im Vergleich dazu besteht monetär ein Überschuss der (Waren-)Ausfuhr von rund 134 Mrd. Euro. Auch in den zurückliegenden Jahren ergibt sich ein weitgehend ähnliches Bild. Für ein relativ rohstoffarmes Industrieland wie Deutschland ist dieser Befund durchaus erklärlich. Auf der einen Seite werden Rohstoffe in großen Mengen importiert, auf der anderen hochwertige, aber weniger gewichtsintensive Industriegüter exportiert. In welche Richtung damit eine Verlagerung von Umweltbelastungen erfolgt, bedarf allerdings – wie oben erläutert – der näheren Analyse.

Unter dem Blickwinkel Querbeziehungen zwischen verschiedenen Problemfeldern aufzuzeigen, werden abschließend das Primärmaterial und die beförderte Gütermenge aller Verkehrszweige gegenübergestellt (siehe Schaubild 5). Zwar ist der Primärmaterialeinsatz nicht allein bestimmend für den mengenmäßigen Umfang der beförderten Güter, vielmehr spielt u.a. die Intensität der Arbeitsteilung der verschiedenen Produktionsstufen der Wirtschaft eine bedeutsame Rolle. Gleichwohl zeigt sich bei beiden Größen eine recht ähnliche Entwicklung im Zeitraum 1994 bis 2002.

Schaubild 5



Um einen engen inhaltlichen Zusammenhang zwischen beiden Größen zu belegen, sind allerdings noch weitere Untersuchungen erforderlich. Insbesondere dürfte hier von Bedeutung sein, dass der betrachtete Zeitraum, für den vergleichbare Zahlen zur Verfügung stehen, noch relativ kurz ist. Bedingt durch die deutsche Vereinigung und die daraus folgenden wirtschaftlichen Veränderungen vor allem in den ersten Jahren nach der Vereinigung, hat es sich als sinnvoll erwiesen – zumindest bei der Betrachtung von Materialflüssen – das Jahr 1994 als „Normaljahr“ und damit als Startjahr für Vergleiche heranzuziehen.

Die hier vorgestellten Ergebnisse können nur beispielhaft Möglichkeiten der Betrachtung aufzeigen; weitere, detailliertere Analysen wurden bereits an anderer Stelle präsentiert<sup>25)</sup>.

## 6 Ausblick

Die Materialflussrechnungen wie sie hier skizziert wurden haben in den vergangenen Jahren auf nationaler und internationaler Ebene an Bedeutung gewonnen. National bilden sie – wie bereits erwähnt – die Datenbasis für materialbezogene Indikatoren der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung. International wurde die Konzeptentwicklung und die Datensammlung vom Statistischen Amt der Europäischen Gemeinschaften unterstützt und in einer Reihe von EU-Ländern umgesetzt, so etwa in den Niederlanden, Dänemark, Italien, Finnland, dem Vereinigten Königreich und Österreich. Wissenschaftliche Institute erweitern und ergänzen die Daten um Aspekte, die nicht in das Kernprogramm der statistischen Ämter fallen, etwa um eine „Bewertung“ der Materialflüsse mit den damit verbundenen Belastungen („impacts“), durch Einbeziehung von Ergebnissen aus den Lebenszyklusanalysen oder durch die Abschätzung von „Rucksäcken“ aus verwertetem und nicht verwertetem Material im In- und Ausland.

Aktuell gibt es mehrere Initiativen, den Aufbau und die Nutzung von Materialflussrechnungen auf internationaler Ebene zu verstärken. Die EU arbeitet im Rahmen einer Task Force an einem Leitfaden für die konkrete Aufstellung von vereinfachten Tabellen zu den Materialflüssen als Basis für eine Berichterstattung für die EU-25. Bei der OECD hat eine Serie von Workshops begonnen, in denen eine Empfehlung der OECD-Umweltminister und des OECD Councils vom April 2004 zum Aufbau von Materialflussrechnungen und damit verbundener Effizienzbetrachtungen in praktische Vorgaben umgesetzt werden sollen. Die Arbeiten der OECD dienen zudem der eingangs bereits erwähnten Umsetzung der 3R-Initiative der G8-Staaten („Reduce, Reuse and Recycle“). Dabei erfolgt eine enge Kooperation zwischen den Arbeiten der Europäischen Union und denen der OECD. Und schließlich wird auf Initiative des Statistik-Komitees der Vereinten Nationen die Weiterentwicklung von Umweltgesamtrechnungen im internationalen Rahmen unterstützt, wobei auch dort die Materialflussrechnungen in ihrer Gesamtheit als eines der zentralen Elemente solcher Rechnungen gesehen werden.

Im Rahmen der deutschen UGR stehen in nächster Zeit vor allem Fragestellungen hinsichtlich der Verwendung von Primärmaterial nach Branchen sowie weitergehende Überlegung zur Weiterentwicklung des Datenangebots für eine Schätzung indirekter Effekte, also der rechnerischen Einbeziehung des Materialeinsatzes auf den vorgelagerten Produktionsstufen, im Vordergrund der Arbeiten. Daten zur Verwendung von Primärmaterial nach Branchen können u.a. genutzt werden, um branchenspezifische Materialinten-

25) Zu den allgemeinen Entwicklungen z. B. in Statistisches Bundesamt (Hrsg.): „Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2004“, Download unter: [http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr03.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr03.htm), oder in den Berichten zu den jährlichen Pressekonferenzen zu den UGR, Download unter [http://www.destatis.de/themen/d/thm\\_umwelt2.php](http://www.destatis.de/themen/d/thm_umwelt2.php). Zu den internationalen Indikatoren beispielsweise in Schweinert, S., Fußnote 10.

sitäten zu ermitteln. Sie sind auch eine Grundlage für die Zerlegung der Gesamtentwicklung des Materialeinsatzes in Komponenten, wie Entwicklung von Gesamtproduktion, Produktionsbereichsstruktur und Materialintensität der einzelnen Branchen im Rahmen der oben bereits angesprochenen Dekompositionsanalysen. Der in Kürze in dieser Zeitschrift erscheinende Artikel zum Thema Primärmaterial nach Branchen wird die Datenerstellung und die Analysemöglichkeiten näher erläutern. [U](#)

## Auszug aus Wirtschaft und Statistik

© Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2005

Für nichtgewerbliche Zwecke sind Vervielfältigung und unentgeltliche Verbreitung, auch auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet. Die Verbreitung, auch auszugsweise, über elektronische Systeme/Datenträger bedarf der vorherigen Zustimmung. Alle übrigen Rechte bleiben vorbehalten.

Herausgeber: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

Schriftleitung: Johann Hahlen  
Präsident des Statistischen Bundesamtes  
Verantwortlich für den Inhalt:  
Brigitte Reimann,  
65180 Wiesbaden

- Telefon: +49 (0) 6 11/75 20 86
- E-Mail: [wirtschaft-und-statistik@destatis.de](mailto:wirtschaft-und-statistik@destatis.de)

Vertriebspartner: SFG Servicecenter Fachverlage  
Part of the Elsevier Group  
Postfach 43 43  
72774 Reutlingen  
Telefon: +49 (0) 70 71/93 53 50  
Telefax: +49 (0) 70 71/93 53 35  
E-Mail: [destatis@s-f-g.com](mailto:destatis@s-f-g.com)

Erscheinungsfolge: monatlich



Allgemeine Informationen über das Statistische Bundesamt und sein Datenangebot erhalten Sie:

- im Internet: [www.destatis.de](http://www.destatis.de)

oder bei unserem Informationsservice  
65180 Wiesbaden

- Telefon: +49 (0) 6 11/75 24 05
- Telefax: +49 (0) 6 11/75 33 30
- E-Mail: [info@destatis.de](mailto:info@destatis.de)