

Entwicklung und Auswirkungen des Verbrauchs von Ressourcen

Ein Vorschlag zur Erweiterung der
Nachhaltigkeitsberichterstattung in Deutschland

Diplomarbeit
für die Prüfung für Diplom-Volkswirte
eingereicht beim Prüfungsausschuss für Diplom-Volkswirte
der
Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

2011

Benjamin Held
geboren in Nürtingen

Frankfurt, den 6. März 2011

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe verfasst habe und dass alle wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommenen Stellen dieser Arbeit unter Quellenangabe einzeln kenntlich gemacht sind.

Benjamin Held

Verwendete Hilfsmittel

- Microsoft Word 2007
- Microsoft Excel 2007
- Citavi 2.5.2.0

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis.....	II
Abkürzungsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
2 Problemhintergrund.....	3
2.1 Der weltweite Ressourcenverbrauch.....	3
2.2 Die „Nachhaltige Entwicklung“.....	5
2.3 Die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“	6
3 Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) und Materialflussrechnungen (MFA).....	7
3.1 Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR)	7
3.2 Die Materialflussrechnungen (MFA)	8
3.3 Ergebnisse der Materialflussrechnungen	11
3.3.1 Verwertete inländische Entnahme.....	12
3.3.2 Einfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad	14
3.3.3 Ausfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad.....	16
3.3.4 Nichtverwertete inländische Entnahme	18
3.4 Bewertung	19
4 Der Nachhaltigkeitsindikator „Rohstoffproduktivität“	22
4.1 Methodik.....	22
4.1.1 Der „Einsatz von abiotischem Primärmaterial im Inland“ (DMI-abiotisch)	23
4.1.2 Das „Bruttoinlandsprodukt“ (BIP).....	23
4.1.3 Die „Rohstoffproduktivität“	24
4.2 Ergebnisse.....	24
4.2.1 Ergebnisse des DMI-abiotisch.....	24
4.2.2 Ergebnisse des BIP	26
4.2.3 Ergebnisse der Rohstoffproduktivität.....	27
4.3 Bewertung	30
5 Mögliche Erweiterungen der „Rohstoffproduktivität“	33
5.1 Direct Material Input (DMI) – Was ist mit den biotischen Rohstoffen?	34
5.1.1 Methodik.....	34
5.1.2 Ergebnisse.....	35
5.2 Total Material Input (TMI) – Was ist mit der nichtverwerteten inländischen Entnahme?	37
5.2.1 Methodik.....	37
5.2.2 Ergebnisse.....	37

5.3	Die Rohstoffäquivalente (RÄ) – Für welchen Ressourceneinsatz ist Deutschland weltweit verantwortlich?.....	38
5.3.1	Methodik.....	40
5.3.2	Ergebnisse.....	47
5.3.2.1	Die Importe in Rohstoffäquivalenten (Importe-RÄ).....	47
5.3.2.2	Die Exporte in Rohstoffäquivalenten (Exporte-RÄ)	50
5.3.2.3	Der Total Material Input in Rohstoffäquivalenten (TMI-RÄ).....	51
5.4	Die Verbrauchs-Indikatoren – Wie viele Ressourcen werden in Deutschland verbraucht?.....	53
5.4.1	Methodik.....	53
5.4.2	Ergebnisse.....	54
5.4.2.1	Integration der direkten Exporte	55
5.4.2.2	Integration der Rohstoffäquivalente der Exporte	59
5.5	Environmentally-weighted Material Consumption (EMC) – Welche ökologischen Auswirkungen hat der Materialverbrauch?	61
5.5.1	Methodik.....	62
5.5.2	Ergebnisse.....	68
5.6	Vergleich der Ergebnisse	69
5.6.1	Die Einsatz-Indikatoren	70
5.6.2	Die Verbrauchs-Indikatoren.....	73
6	Diskussion zur Erweiterung	77
6.1	Sollte der Nachhaltigkeitsindikator der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“ erweitert werden?.....	77
6.2	Sollte die Verknüpfung des Materialeinsatzes mit dem BIP aufgehoben werden?.....	78
6.3	Sollte der Materialeinsatz durch den Materialverbrauch ersetzt werden?.....	79
6.4	Sollten die biotischen Materialien miteinbezogen werden?.....	81
6.5	Sollte die nichtverwertete inländische Entnahme in den Nachhaltigkeitsindikator integriert werden?.....	82
6.6	Sollten die indirekten Materialflüsse in den Nachhaltigkeitsindikator aufgenommen werden?.....	83
6.7	Sollte der Nachhaltigkeitsindikator statt des Gewichts der Materialien die Umweltauswirkungen der Materialien ausdrücken?	86
6.8	Aufbau einer separaten Berichterstattung zum Thema Ressourcen.....	91
7	Zusammenfassung und Ausblick	93
8	Literaturverzeichnis	97

Anhang

Anhang I: Güterlisten der MFR	I
Anhang II: Daten aus den MFA	III
Anhang III: Güterliste der Rohstoffäquivalente	IV
Anhang IV: Daten zu den Rohstoffäquivalenten	V
Anhang V: Güterliste des EMC	V
Anhang VI: Daten zum EMC	VI
Anhang VII: Übersicht über die vorgestellten Indikatoren	VI
Anhang VIII: Übersicht über die Einsatz-Indikatoren	VI
Anhang IX: Übersicht über die Verbrauchs-Indikatoren	VII

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Weltweiter Ressourcenverbrauch, 1900-2005	3
Abb. 2:	Module der deutschen Umweltökonomischen Gesamtrechnungen.....	7
Abb. 3:	Gesamtsystem von Material und Energieflussrechnungen.....	9
Abb. 4:	Schematische Darstellung des Materialkontos 2008	10
Abb. 5:	Verwertete inländische Entnahme, 1994-2008 in Deutschland	12
Abb. 6:	Aufteilung der Verwerteten inländischen Entnahme	13
Abb. 7:	Einfuhr von Gütern, 1994-2008 in Deutschland.....	14
Abb. 8:	Aufteilung der Einfuhr nach Materialgruppen.....	15
Abb. 9:	Aufteilung der Einfuhr nach Fertigungstiefe	15
Abb. 10:	Ausfuhr von Gütern, 1994-2008 in Deutschland.....	16
Abb. 11:	Aufteilung der Ausfuhr nach Materialgruppen.....	17
Abb. 12:	Aufteilung der Einfuhr nach Fertigungstiefe	17
Abb. 13:	Nichtverwertete inländische Entnahme, 1994-2008 in Deutschland.....	18
Abb. 14:	DMI-abiotisch, 1994-2008 in Deutschland	25
Abb. 15:	Aufteilung des DMI-abiotisch	25
Abb. 16:	BIP, 1994-2008 in Deutschland	26
Abb. 17:	Rohstoffproduktivität, 1994-2008 in Deutschland	27
Abb. 18:	Zielpfad der Rohstoffproduktivität	29
Abb. 19:	Ergebnisse der Dekompositionsanalyse des deutschen Primärmaterialeinsatzes, 1995-2001	31
Abb. 20:	DMI, 1994-2008 in Deutschland	35
Abb. 21:	Aufteilung des DMI-abiotisch	36
Abb. 22:	Importabhängigkeit laut DMI, 2008 in Deutschland	36
Abb. 23:	TMI, 1994-2008 in Deutschland.....	38
Abb. 24:	Schematische Darstellung der Berechnung der Rohstoffäquivalente der Exporte.....	40
Abb. 25:	Vereinfachte Darstellung der Materialstromtabellen für Blei.....	42
Abb. 26:	1. Teil der Materialstromtabellen für Blei	43
Abb. 27:	Berechnung und Verwendung der Rohstoffintensitäten	45
Abb. 28:	Berechnung der Intensitäten und Integration der Importkoeffizienten	46
Abb. 29:	Importe-RÄ, 2000-2008 in Deutschland.....	48
Abb. 30:	Absoluter und prozentualer Vergleich direkter Importe mit Importe-RÄ, 2008 in Deutschland	48
Abb. 31:	Importabhängigkeit inklusive RÄ, 2008 in Deutschland.....	49
Abb. 32:	Exporte-RÄ, 2000-2008 in Deutschland	50
Abb. 33:	Absoluter und prozentualer Vergleich direkter Exporte mit Exporte-RÄ, 2008 in Deutschland	51
Abb. 34:	TMI-RÄ, 2000-2008 in Deutschland.....	51
Abb. 35:	Aufteilung des TMI-RÄ, 2000 und 2008.....	52

Abb. 36:	Physische Handelsbilanz nach Materialgruppen, 2008 in Deutschland.....	55
Abb. 37:	Physische Handelsbilanz nach Fertigungsstufe, 2008 in Deutschland.....	56
Abb. 38:	TMC*, 1994-2008 in Deutschland.....	56
Abb. 39:	Aufteilung des TMC*, 1994 und 2008	57
Abb. 40:	Entwicklung des TMC*/Ew, 1994-2008 in Deutschland.....	58
Abb. 41:	TMC*/Ew, 1994-2008 in Deutschland.....	59
Abb. 42:	Physische Handelsbilanz-RÄ nach Materialgruppen, 2008 in Deutschland	59
Abb. 43:	TMC*-RÄ, 2000-2008 in Deutschland.....	60
Abb. 44:	Aufteilung des TMC*-RÄ, 2000 und 2008	61
Abb. 45:	TMC*-RÄ/Ew, 2000-2008 in Deutschland.....	61
Abb. 46:	EMC, 1990-2000 in Deutschland	68
Abb. 47:	Aufteilung des EMC, 1990 und 2000	69
Abb. 48:	Entwicklung der Einsatz-Indikatoren, 1994-2008 in Deutschland.....	70
Abb. 49:	Entwicklung der Produktivitäten der Einsatz-Indikatoren.....	71
Abb. 50:	Vergleich der Zusammensetzung der Einsatz-Indikatoren, 2008	72
Abb. 51:	Entwicklung der Verbrauchs-Indikatoren, 1994-2008 in Deutschland	73
Abb. 52:	Entwicklung der Produktivitäten der Verbrauchs-Indikatoren	74
Abb. 53:	Vergleich der Zusammensetzung der Verbrauchs-Indikatoren, 2008.....	74
Abb. 54:	Vergleich des Pro-Kopf-Verbrauchs der Verbrauchs-Indikatoren, 2008 in Deutschland	76

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Übersicht über darstellbare Einsatz-Indikatoren	33
Tab. 2:	Übersicht über darstellbare Verbrauchs-Indikatoren.....	33
Tab. 3:	Komponenten des DMI	35
Tab. 4:	Komponenten des TMI.....	37
Tab. 5:	Komponenten des TMI-RÄ und TMC*-RÄ	47
Tab. 6:	Komponenten der Verbrauchs-Indikatoren	54
Tab. 7:	Umweltauswirkungskategorien des EMC	65
Tab. 8:	Gewichtung des EMC	67

Abkürzungsverzeichnis

Allgemein

BWS	Bruttowertschöpfung
EE-IO	Environmentally extended input-output-table; Um Umweltgesichtspunkte erweiterte Input-Output-Tabelle
GENESIS	GEmeinsames Neues Statistisches Informations-System – Daten- bank von DESTATIS
IOT	Input-Output-Tabelle
IWF	Internationaler Währungsfonds
LCA	Life Cycle Assessment; Lebenszyklus-Analyse
MFA	material flow accounting; Materialflussrechnungen
MST	Materialstromtabellen
MIOT	Monetäre Input-Output-Tabelle
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development; Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PIOT	Physische Input-Output-Tabelle
PKA	Prozessketten-Analyse
RÄ	Rohstoffäquivalente
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Union
DESTATIS	Statistisches Bundesamt Deutschland
SEEA-2003	System of Integrated Environmental and Economic Accounting; Handbuch über UGR der UN, siehe Literaturverzeichnis
UBA	Umweltbundesamt Deutschland
UGR	Umweltökonomische Gesamtrechnungen
UN	United Nations; Vereinte Nationen
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen

Einheiten

Ew	Einwohner
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
t	Tonnen
t/Ew	Tonnen pro Einwohner
Tsd.	Tausend

Indikatoren

BIP	Bruttoinlandsprodukt
DMC	Domestic Material Consumption; Inländischer Materialverbrauch
DMC-abiotisch	Domestic abiotic Material Consumption; Inländischer abiotischer Materialverbrauch
DMI	Direct Material Input; Direkter Materialeinsatz
DMI-abiotisch	Direct abiotic Material Input; Direkter abiotischer Materialeinsatz
EMC	Environmentally-weighted Material Consumption Umweltauswirkungsgewichteter Materialverbrauch
TMC*	Total Material Consumption*; Gesamtmaterialverbrauch*
TMC*-RÄ	Total Material Consumption* in Raw Material Equivalents; Gesamtmaterialverbrauch* in Rohstoffäquivalenten
TMI	Total Material Input; Gesamtmaterialeinsatz
TMI-RÄ	Total Material Input in Raw Material Equivalents; Gesamtmaterialeinsatz in Rohstoffäquivalenten

1 Einleitung

Der Einsatz von Ressourcen ist für unsere Gesellschaft ein unverzichtbarer Bestandteil. Allein um die Grundbedürfnisse der auf der Erde lebenden Menschen zu erfüllen werden Unmengen von ihnen jeden Tag benötigt. Doch einerseits sind die natürlich vorkommenden Ressourcen begrenzt, andererseits hat ihre Nutzung Auswirkungen auf das Ökosystem der Erde – und damit auch auf uns Menschen. Wohlbekannte Beispiele für diese Auswirkungen sind der Klimawandel oder auch der rapide Verlust der Biodiversität. Durch das starke Bevölkerungswachstum und den seit der Industriellen Revolution stark voranschreitenden technischen Fortschritt, vor allem in den Industrieländern, haben sich diese Probleme massiv verstärkt. Vor allem seit dem Ende des 2. Weltkriegs ist ein extremer Anstieg des weltweiten Ressourcenverbrauchs zu verzeichnen. Gerade die reichen, westlichen Nationen sind für diesen Anstieg verantwortlich gewesen. In neuerer Zeit ist nun durch den wirtschaftlichen Aufschwung vieler Schwellen- und Entwicklungsländer, allen voran China und Indien, auch ein deutliches Anziehen des Ressourcenverbrauchs in diesen Ländern zu beobachten und ein weiterer großer Anstieg zu erwarten, da zeitgleich zum wirtschaftlichen Aufschwung auch ein starkes Bevölkerungswachstum prognostiziert wird.

Es ist also anzunehmen, dass der weltweite Ressourcenverbrauch, zumindest wenn nicht entschieden gegengesteuert wird, in den nächsten Jahrzehnten weiter stark ansteigen wird und sich damit auch die daraus entstehenden Probleme weiter verschlimmern. Dabei wird schon für den heutigen Ressourcenverbrauch angenommen, dass er die Nachhaltigkeitsgrenzen dieser Erde deutlich überschreitet. So weist beispielsweise der „Ökologische Fußabdruck“ für das Jahr 2007 aus, dass 1,5 Erden notwendig wären um den in diesem Jahr festgestellten Ressourcenverbrauch langfristig auf diesem Niveau halten zu können (WWF et al. 2010, S. 32).

Aufgrund der beschriebenen Entwicklung wird deswegen auf internationaler Ebene versucht den Ressourcenverbrauch einzudämmen. Diese Bemühungen können unter dem Stichwort „Nachhaltige Entwicklung“ zusammengefasst werden. In diesem Kontext hat auch die deutsche Bundesregierung eine nationale Nachhaltigkeitsstrategie entwickelt. Diese trägt den Namen „Perspektiven für Deutschland“ und wurde im Jahr 2002 veröffentlicht. Auf diese Strategie, sowie die bislang genannten Punkte wird näher in Kapitel 2 dieser Arbeit, dem Problemhintergrund, eingegangen. In der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie wird für den Bereich der Ressourcen der Indikator *Rohstoffproduktivität* als Maß und Werkzeug zur Zielsetzung und Überprüfung eingesetzt.

Ziel dieser Arbeit ist es, zu überprüfen ob die Aussagekraft des Nachhaltigkeitsindikators *Rohstoffproduktivität* durch verschiedene Erweiterungen verbessert werden könnte, diese Erweiterungen auf ihre Durchführbarkeit zu prüfen und daraus Empfehlungen über die

Integration der jeweiligen Erweiterung abzuleiten um letztlich zu einem aussagekräftigeren Nachhaltigkeitsindikator, einer „*Erweiterten Rohstoffproduktivität*“, zu gelangen. Im Zuge dessen wird der Ressourceneinsatz Deutschlands näher untersucht und verschiedene Analysen an diesem vorgenommen. Dazu wird in Kapitel 3 zunächst auf die Grundlage der deutschen Ressourcenberichterstattung, die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) und die den UGR entstammenden Materialflussrechnungen (MFA), eingegangen. Es werden in diesem Kapitel bereits Daten bezüglich des deutschen Ressourceneinsatzes, die sich direkt aus den MFA ergeben, präsentiert und analysiert. Außerdem wird auf die Stärken und Schwächen, die eine Anwendung dieser Daten mit sich bringen, eingegangen. Anschließend wird in Kapitel 4 der Nachhaltigkeitsindikator *Rohstoffproduktivität* ausführlich vorgestellt. Da es sich bei der *Rohstoffproduktivität* um einen aus zwei Teil-Indikatoren zusammengesetzten Indikator handelt, werden diese ebenfalls erläutert. Bei den Teil-Indikatoren handelt es sich um den *Einsatz von abiotischem Primärmaterial im Inland* und das *Bruttoinlandsprodukt*. Es wird zunächst auf die Methodik der Indikatoren eingegangen und dann die Ergebnisse der Teil-Indikatoren, sowie der daraus zusammengesetzten *Rohstoffproduktivität*, vorgestellt. Darauf folgend wird die *Rohstoffproduktivität* auf ihre Stärken und Schwächen hin untersucht. Auf Basis dieser Untersuchung werden in Kapitel 5 „Mögliche Erweiterungen der Rohstoffproduktivität“ vorgestellt. Dabei werden zunächst die Methodik und die daraus resultierenden Ergebnisse für die verschiedenen möglichen Erweiterungen präsentiert. In Kapitel 6 werden dann diese Erweiterungen in Form einer Diskussion daraufhin untersucht, ob sie im Nachhaltigkeitsindikator der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung enthalten sein sollten, oder nicht. Die Ergebnisse dieser Diskussion werden jeweils zu kurzen Empfehlungen zusammengefasst. Im abschließenden Kapitel 7 wird eine Zusammenfassung der Arbeit und ein kurzer Ausblick gegeben.

2 Problemhintergrund

2.1 Der weltweite Ressourcenverbrauch

Seit der „Industriellen Revolution“ Ende des 18. Jahrhunderts sind die Produktion und der Konsum massiv angestiegen. Dies führte zu einem bis dato noch nicht gekannten Wohlstand in den industrialisierten Ländern. Dieser Wohlstand beruht jedoch auf einem ebenfalls stark steigenden Ressourcenverbrauch.

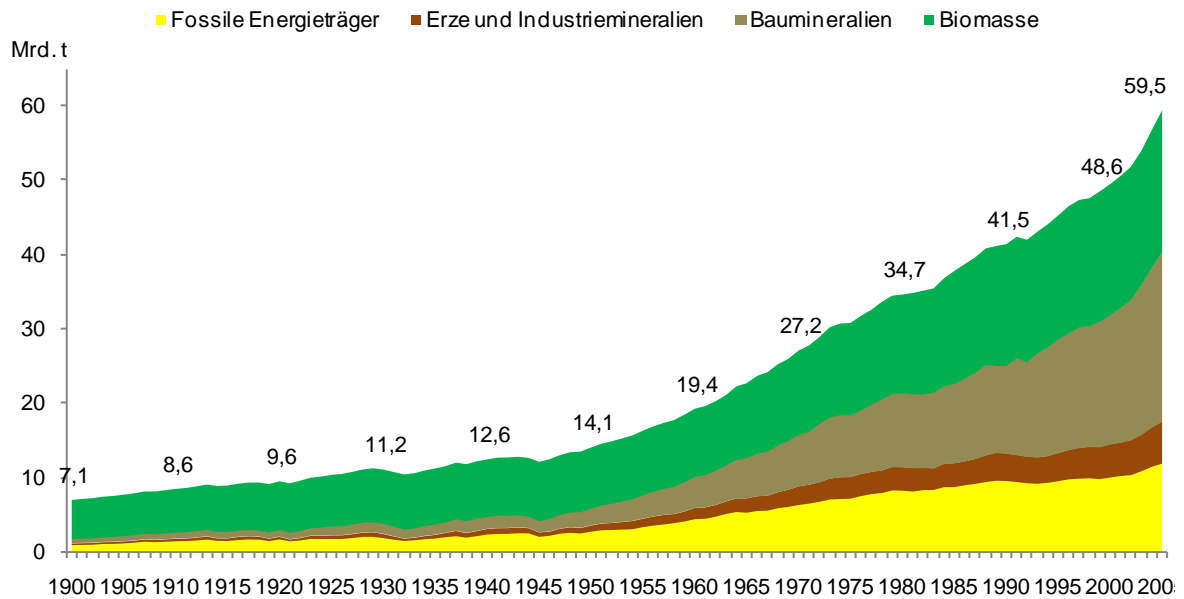


Abb. 1: Weltweiter Ressourcenverbrauch, 1900-2005
(Quelle: Krausmann et al. 2009; eigene Darstellung)

Für die Zeit von 1900 bis 2005 zeigt Abb. 1 Schätzungen über den weltweiten Ressourcenverbrauch. Vergleicht man den Wert von 7,1 Mrd. t im Jahr 1900 mit den 59,5 Mrd. t im Jahr 2005, so zeigt sich, dass sich der Ressourcenverbrauch mehr als verachtfacht hat. Dabei ist insbesondere seit 1950 ein deutliches Anziehen ersichtlich. Während sich die Rohstoffentnahme in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts „nur“ knapp verdoppelte, vervierfachte sie sich von 1950 bis 2005 noch einmal. Gerade in den letzten fünf Jahren verschärfte sich die Beschleunigung dabei noch weiter.

Angetrieben wurde dieser steigende Ressourcenverbrauch neben dem technischen Fortschritt auch durch die – immer noch – steigenden Bevölkerungszahlen. Für 2050 sagt die mittlere Prognose der UN beispielsweise ein weiteres Wachstum der Weltbevölkerung von 6,5 Mrd. (2005) auf 9,1 Mrd. Menschen voraus (UN Department of Economic and Social Affairs 2009). Das entspricht einem Zuwachs von 40%.

Verschärfend kommt hinzu, dass viele Schwellen- und Entwicklungsländer, z.B. China und Indien, ein enormes wirtschaftliches Wachstum aufweisen und daraus resultierend auch immer mehr Waren konsumieren. Dies drückt sich in einem steigenden Pro-Kopf-

Verbrauch aus. Bislang ist es so, dass der Pro-Kopf-Verbrauch in den Industriestaaten deutlich höher liegt als in den Schwellen- und vor allem den Entwicklungsländern. In einer Studie von GILJUM ET AL. werden die Verhältnisse folgendermaßen beschrieben: „Europäer konsumieren [daher] dreimal mehr Ressourcen als Asiaten und mehr als das Vierfache der durchschnittlichen Afrikaner. Einwohner anderer reicher Länder konsumieren bis zu zehnmal mehr Ressourcen als Menschen in Entwicklungsländern" (Giljum et al. 2009, S. 21). Passt sich nun der Pro-Kopf-Verbrauch der Einwohner der Schwellen- und Entwicklungsländer an den der Industrieländer an, so würde sich der Ressourcenverbrauch vervielfachen. Denn die Industrieländer machen nur etwa 20% der Weltbevölkerung aus, die restlichen 80% leben in den Entwicklungs- und Schwellenländern.¹ Zusammen mit dem prognostizierten Bevölkerungswachstum würde dies zu kaum abschätzbaren Umweltauswirkungen führen.

Und schon heute gilt der Ressourcenverbrauch als nicht nachhaltig. Die negativen Auswirkungen der Entnahme und des Einsatzes von Ressourcen sind vielfältig. Prominente Beispiele dafür sind der Klimawandel und der Verlust der Artenvielfalt. Auch die Knappheit von Rohstoffen ist ein viel diskutiertes Thema, vor allem beim Erdöl (Stichwort „Peak-Oil“), aber z.B. auch im zunehmenden Maße bei Seltenen Erden.

Aus ökonomischer Sicht betrachtet könnte man zunächst einmal einwenden, dass negative Umweltauswirkungen und eine Knappheit der Ressourcen über den Preis weitergegeben werden, ein zusätzliches Eingreifen also nicht notwendig wäre. Allerdings spricht dagegen, dass durch die Entnahme und den Verbrauch von Ressourcen meist negative externe Effekte entstehen. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie Unbeteiligte treffen, also nicht in die Nutzenfunktionen der Handelnden eingehen. Es wird deswegen nicht das Allgemeinwohl maximiert. Es liegt ein Marktversagen vor, da die Preise nicht die wahren Kosten wiedergeben. Ein Beispiel dafür wäre die Wasserverschmutzung einer Chemiefabrik, die dafür sorgt, dass die Fische sterben und die Fischer deswegen nichts mehr fangen können. Ein weiteres Problem ergibt sich dann, wenn es sich bei den Ressourcen um sogenannte „Allmendegüter“ handelt. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie frei zur Verfügung stehen, jedoch eine Rivalität in der Nutzung besteht. Hier droht eine Übernutzung, weil jeder nur seinen eigenen Nutzen maximieren will. Beispiele für Allmendegüter sind Fischgründe oder die Atmosphäre als Senke für Schadstoffe.

Nun ist die Problematik des steigenden Ressourcenverbrauchs und der damit einhergehenden negativen Auswirkungen schon seit geraumer Zeit bekannt und es wird versucht

¹ Aufteilung der Länder entsprechend der UN-Definition der „less developed regions“ und der „more developed regions“. Daten verfügbar in: UN Department of Economic and Social Affairs 2009

Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Dabei kann man den Grundsatz hinter diesen Maßnahmen unter dem Begriff „Nachhaltige Entwicklung“ zusammenfassen.

2.2 Die „Nachhaltige Entwicklung“

Die gängige Definition des Begriffs „Nachhaltige Entwicklung“ stammt aus dem Brundtland-Bericht des Jahres 1987. Sie lautet:

Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen (UN 1987, S. 54).

Insgesamt kann man den Brundtland-Bericht als Startpunkt der internationalen Debatte über die nachhaltige Entwicklung betrachten. Auf diesen Bericht folgte 1992 der sogenannte „Erdgipfel“ („Earth Summit“) in Rio de Janeiro.² Aus diesem ging die „Agenda 21“ hervor, die als Leitpapier der nachhaltigen Entwicklung bezeichnet werden kann. Dabei hat sie einen hohen Anspruch, der sich an folgender Textpassage nachvollziehen lässt:

„Die Agenda 21 nimmt sich der drängendsten Probleme der heutigen Zeit an und ist zur gleichen Zeit bemüht, die Welt auf die Herausforderungen des nächsten Jahrhunderts vorzubereiten. Sie ist Ausdruck eines globalen Konsenses und einer auf höchster Ebene eingegangenen politischen Verpflichtung zur Zusammenarbeit im Bereich von Entwicklung und Umwelt.“ (Bundesministerium für Umwelt 1997, S. 1)

Als Ziel zum Thema Ressourcenverbrauch und Veränderung der Konsumgewohnheiten wird unter anderem formuliert, solche „Konsumgewohnheiten und Produktionsweisen zu fördern, die zu einer Verringerung der Umweltbelastung führen und die Grundbedürfnisse der Menschheit decken werden“ (Bundesministerium für Umwelt 1997, S. 19). Als Maßnahme wird dazu genannt, dass „die entwickelten Länder [...] bei der Herbeiführung nachhaltiger Konsumgewohnheiten die Führung übernehmen“ sollen und angemerkt, dass „einer Bilanz der Fortschritte bei der Herbeiführung nachhaltiger Konsumgewohnheiten hoher Vorrang eingeräumt“ (Bundesministerium für Umwelt 1997, S. 19) wird.

In der Agenda heißt es weiter, die erfolgreiche Umsetzung der Agenda 21 sei „in erster Linie Aufgabe der Regierungen. Eine entscheidende Voraussetzung dafür sind einzelstaatliche Strategien, Pläne, Maßnahmen und Prozesse“ (Bundesministerium für Umwelt 1997, S. 1).

Damit sich Länder aber eine Strategie und Ziele geben können bedarf es ausführlicher Informationen über das jeweilige Themengebiet. Es, so heißt es in der Agenda 21, „müssen Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung erarbeitet werden, um eine solide Grund-

² Der volle englische Titel lautet: United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)

lage für die Entscheidungsfindung auf allen Ebenen zu schaffen und zu einer selbstregulierenden Nachhaltigkeit integrierter Umwelt- und Entwicklungssysteme beizutragen" (Bundesministerium für Umwelt 1997, S. 354).

2.3 Die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“

Vor diesem Hintergrund hat die deutsche Bundesregierung die nationale Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“ (Bundesregierung 2002) entwickelt und im April 2002 veröffentlicht. Sie „soll die wichtigen Trends in Wirtschaft und Gesellschaft aufzeigen und auf dieser Grundlage die für unser Land notwendigen Weichenstellungen deutlich machen, das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung entwerfen und Ziele festlegen" (Bundesregierung 2002, S. 4). Um festzustellen welche Fortschritte es gibt und wo weiterer Handlungsbedarf besteht wurden insgesamt 21 Schlüsselindikatoren (sowie 14 weitere „Unter-Indikatoren“) für die vier Oberbereiche „Generationengerechtigkeit“, „Lebensqualität“, „Sozialer Zusammenhalt“ und „Internationale Verantwortung“ erstellt. Diese dienen insbesondere auch der Erfolgskontrolle (Bundesregierung 2002, S. 89), denn „Nachhaltigkeit verlangt nach einer verlässlichen und transparenten Erfolgskontrolle" (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung 2008, S. 36).

Dies stellt natürlich hohe Ansprüche an die Qualität dieser Indikatoren. Ob der Ressourcenindikator *Rohstoffproduktivität* der Nachhaltigkeitsstrategie diesen Ansprüchen genügt und welche Verbesserungen gegebenenfalls möglich sind, soll nun in dieser Arbeit überprüft werden. Im Zuge der Bewertung und Verbesserung der *Rohstoffproduktivität* wird in dieser Arbeit versucht, den Umgang Deutschlands mit Ressourcen so komplett wie möglich darzustellen und auf neue Forschungsergebnisse einzugehen. Als Basis der deutschen Ressourcenberichterstattung dienen die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR). Diese werden nun im nächsten Kapitel vorgestellt, bevor im darauffolgenden Kapitel die darauf basierende *Rohstoffproduktivität* genauer beleuchtet wird.

3 Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) und Materialflussrechnungen (MFA)

3.1 Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR)

Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) wurden geschaffen um die „Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt“ (Statistisches Bundesamt 2010f, S. 9) darstellen zu können. Sie sind als Satellitensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) konzipiert und basieren auf dem Handbuch „System of Integrated Environmental and Economic Accounting“ (auch bekannt unter dem Kürzel SEEA 2003), das durch eine Kooperation der UN, OECD, Eurostat, IWF und der World Bank entstand (UN et al. 2003). In Deutschland werden die UGR vom Statistischen Bundesamt erhoben und veröffentlicht.

In einer Volkswirtschaft wird neben der Arbeit und dem produzierten Vermögen auch nicht-produziertes Naturvermögen für die Produktion und den Konsum eingesetzt. Dabei kann man dieses in direktes und indirektes Naturvermögen aufteilen. Das direkte enthält die Ressourcen (z.B. Energieträger, Erze, Wasser, Fläche), das indirekte die Ökosysteme und andere natürliche Systeme (z.B. die Atmosphäre). Das indirekte Naturvermögen stellt dabei Dienstleistungen wie z.B. die Aufnahme von Schadstoffen, Abfällen und Abwasser, welche durch die Produktion und den Konsum der direkten Naturvermögen entstanden sind, zur Verfügung. Nun setzt bei einer Nutzung des Naturvermögens auch eine „Abnutzung“ ein. Diese Abnutzung kann quantitativer (z.B. Erschöpfung von Rohstoffen) oder qualitativer (z.B. Verschlechterung der Luftqualität) Natur sein.

Die UGR sollen nun drei Formen der Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Wirtschaft darstellen: die Umweltbelastungen, den Umweltzustand und die Umweltschutzausgaben.

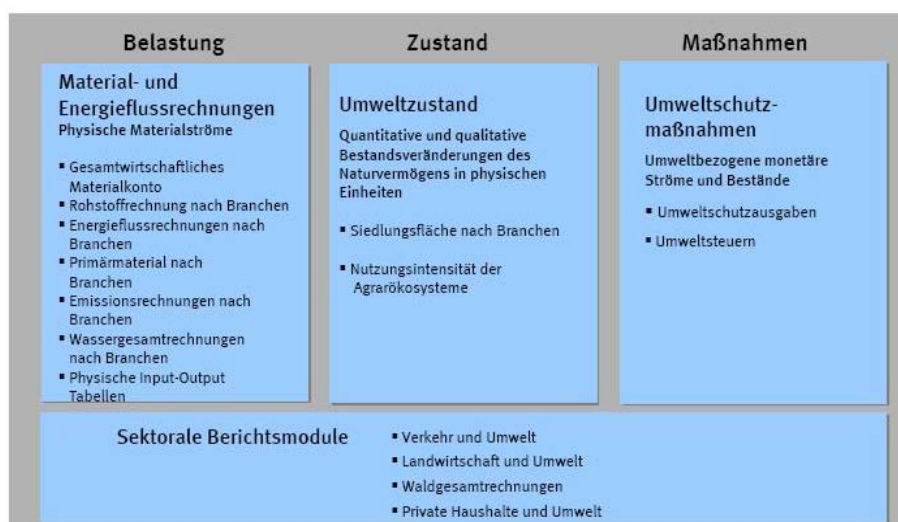


Abb. 2: Module der deutschen Umweltökonomischen Gesamtrechnungen
(Quelle: (Statistisches Bundesamt 2010f, S. 11))

Abb. 2 zeigt, in welcher Form diese drei Formen untersucht werden. Es zeigt die drei Überkategorien „Belastung“, „Zustand“ und „Maßnahmen“, mit den jeweils enthaltenen „Modulen“. Für diese Arbeit ist insbesondere das Modul „Materialflussrechnungen“ (MFA) unter dem Punkt „Belastung“ von Bedeutung. Auf dieses wird näher in Abschnitt 3.2 eingegangen.

Durch die Methodik bei der Erstellung der UGR entsteht ein entscheidender Vorteil im Vergleich zur Verwendung von Daten, die nicht den Gesamtrechnungen entstammen. Dieser besteht darin, dass die UGR und die VGR voll kompatibel sind. Das heißt die „zugrunde liegenden Konzepte, Definitionen, Abgrenzungen und Gliederungen stimmen, so weit sachlich sinnvoll und möglich, in beiden Systemen überein“ (Statistisches Bundesamt 2010f, S. 10). Dies ist von entscheidender Bedeutung, da damit Verknüpfungen zwischen den Gesamtrechnungen möglich werden. So können z.B. physische Größen des Rohstoffverbrauchs mit ökonomischen Größen der Bruttowertschöpfung in Beziehung gesetzt werden. Genau dies ist für die im weiteren Verlauf der Arbeit vorgestellten Indikatoren von großem Nutzen und bietet allgemein für Wissenschaftler und Entscheidungsträger ein großes Analysepotenzial um mögliche Auslöser, Querverbindungen, Nebenwirkungen und Wirkungsketten zu analysieren. „Damit sind die UGR dazu prädestiniert, wichtige und statistisch belastbare Informationen zu Themen der Nachhaltigkeitspolitik im Bereich Wirtschaft und Umwelt zu liefern“ (Statistisches Bundesamt 2010f, S. 13).

3.2 Die Materialflussrechnungen (MFA)

In diesem Abschnitt wird nun das Modul der Materialflussrechnungen (MFA = „material flow accounting“) näher beleuchtet, da dieses die Basis für die später vorgestellten Indikatoren bildet. In den VGR werden Materialströme nur unvollständig ausgewiesen: Sie werden nur erfasst, wenn sie mit monetären Größen in Verbindung stehen. Um ein realistisches Bild des Rohstoffeinsatzes und des Rohstoffverbrauchs zu erhalten sind aber auch die nur in physischen Einheiten gemessenen Materialströme, wie z.B. die nicht verwertete Entnahme, von Bedeutung. „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“ (Lauber 2005, S. 254).

Gesamtsystem von Material- und Energieflussrechnungen

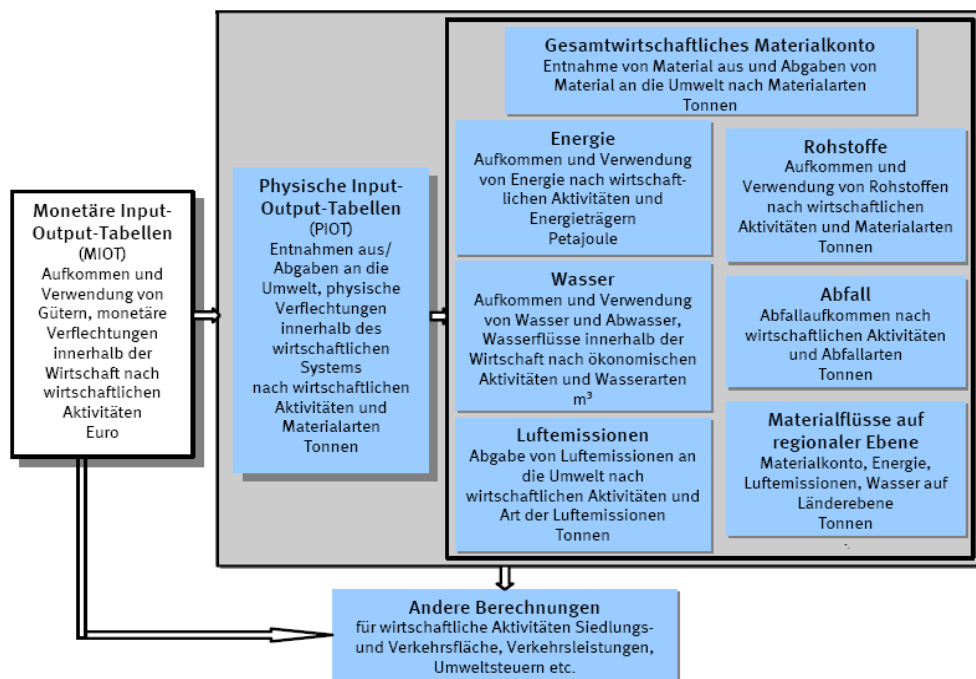


Abb. 3: Gesamtsystem von Material und Energieflussrechnungen
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010f, S. 29)

In Abb. 3 ist ein methodischer Überblick über das System der Material- und Energieflussrechnungen dargestellt. Für die hier vorgestellten Rohstoff- bzw. Ressourcenindikatoren von entscheidender Bedeutung sind die Daten des Moduls „Gesamtwirtschaftliches Materialkonto“.

Die Methodik des „Gesamtwirtschaftlichen Materialkontos“ beruht dabei auf Vorgaben des Eurostat Handbuchs „Economy-wide material flow accounts and derived indicators – A methodological guide“ (European Communities 2001). In der Veröffentlichung „Nationales Handbuch Materialkonto“ (Schweinert 2004) ist die Methodik des deutschen Materialkontos genauer spezifiziert. Der entscheidende Unterschied zu den Physischen Input-Output-Tabellen (PIOT) besteht darin, dass im Materialkonto nur solche Materialflüsse erfasst werden, die die Systemgrenzen überschreiten. „Materialflüsse innerhalb des wirtschaftlichen Systems (also zwischen Produktionsbereichen bzw. den Kategorien der letzten Verwendung) werden im Gegensatz zu den PIOT nicht erfasst“ (Schweinert 2004, S. 15). Konkret bedeutet dies, dass die Wirtschaft im Materialkonto einer „Black Box“ gleicht. Es werden die Entnahmen und die Abgaben erfasst, jedoch nicht, welche einzelnen Phasen der Bearbeitung sie durchlaufen. Durch diese Begrenzung ist eine Berechnung des Materialkontos mit sehr viel weniger Aufwand verbunden als die Berechnung einer PIOT und kann deshalb auch in einem jährlichen Rhythmus erfolgen.

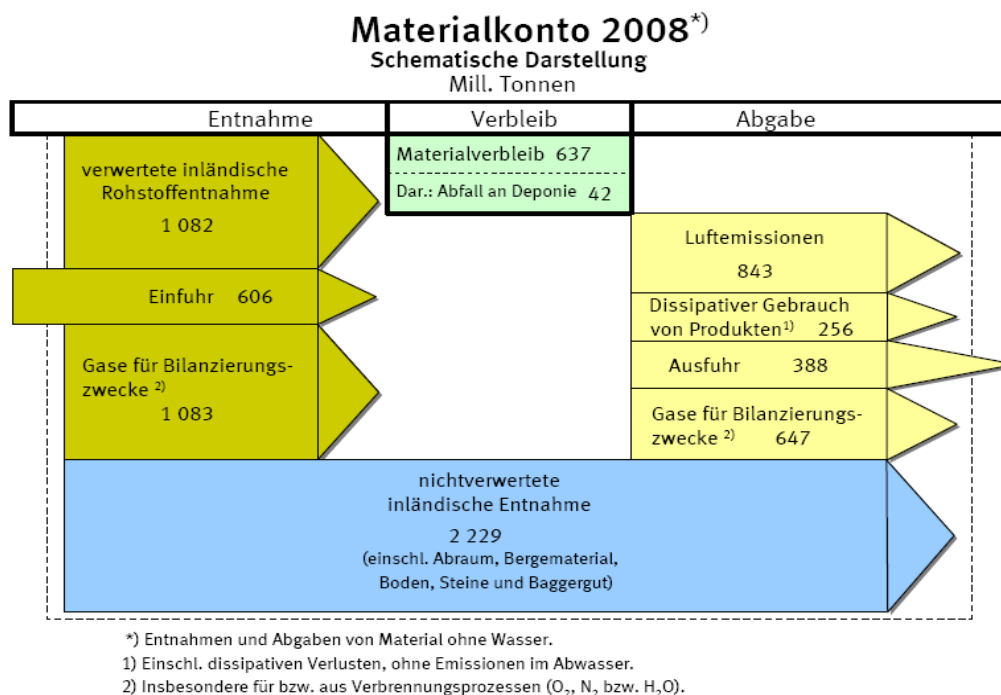


Abb. 4: Schematische Darstellung des Materialkontos 2008
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010f, S. 30)

Das Materialkonto ist für 2008 – stark verkürzt – in Abb. 4 dargestellt. Es gliedert sich in die drei Kategorien „Entnahme“, „Verbleib“ und „Abgabe“. Dabei ergibt die Subtraktion der letzten beiden Kategorien von der „Entnahme“ immer null, das Konto ist also immer ausgeglichen. Für die Indikatoren dieser Arbeit sind die Kategorien der „Entnahme“ – inklusive des Unterpunktes „Gase für Bilanzierungszwecke“ –, der Unterpunkt „Ausfuhr“ der Kategorie „Abgabe“ und der alle drei Kategorien durchlaufende Unterpunkt ‚nichtverwertete inländische Entnahme‘ von Bedeutung. In deutlich detaillierterer Form als in diesem Schaubild werden die Daten des Materialkontos vom Statistischen Bundesamt auf jährlicher Basis in seiner Datenbank (GENESIS) und in der jährlichen Publikation „Umweltnutzung und Wirtschaft“ als Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen veröffentlicht (Statistisches Bundesamt 2010g).

Bei der „Verwerteten inländischen Entnahme“ wird zwischen 34 Rohstoffgruppen unterschieden, davon sind 18 abiotischer und 16 biotischer Natur. Bei der „Einfuhr“ (Import) und „Ausfuhr“ (Export) von Rohstoffen werden 23 Rohstoffgruppen ausgewiesen (20 biotisch, 3 abiotisch). Allerdings wird dort ebenfalls die Ein- und Ausfuhr von Halb- und Fertigwaren ausgewiesen. Bei diesen wird jeweils zwischen 10 Rohstoffgruppen unterschieden (7 abiotisch, 3 biotisch). Für die Zuordnung der Halb- und Fertigwaren wird das sogenannte Schwerpunktprinzip angewendet. Dieses besagt, dass der Hauptbestandteil der im- oder exportierten Ware entscheidend für deren Zuordnung zu einer Rohstoffgruppe

ist. Bei der nichtverwerteten Entnahme wird schließlich zwischen 5 Rohstoffgruppen unterschieden (4 abiotisch, 1 biotisch).³

Man sollte bei der Betrachtung und Verwendung dieser Daten allerdings immer beachten, dass nur das Primärmaterial ausgewiesen wird. Das bedeutet, dass Sekundärmaterialien, also recycelte Materialien, nicht Teil der MFA sind. Dabei ist auch der Term „Primärmaterialien“ in diesem Zusammenhang mit Vorsicht zu genießen, da durch Importe auch sekundäres Material nach Deutschland eingeführt und damit in den MFA erfasst wird. Das Material ist also nur in dem Kontext primär, weil es in Deutschland zum ersten Mal eingesetzt wird. Weil es aber gängige Praxis ist in diesem Kontext von Primärmaterialien zu sprechen, wird dies auch in dieser Arbeit so beibehalten.⁴ Außerdem ist auch die Ressource Wasser beim Materialkonto ausgeklammert. Denn diese ist zwar ohne Frage von überragender Bedeutung für das menschliche Leben, wird aber auf Grund ihrer Besonderheiten in einem eigenen Modul ausgewiesen. Diese Besonderheiten liegen vor allem in der schwierigen Zuordnung von Wasserressourcen, weil z.B. Flüsse durch viele Länder fließen und zusammen mit Regenfällen sozusagen für eine ständige Verschiebung führen. Im nachstehenden Kapitel werden nun Ergebnisse dieser Daten, die die Basis für die in dieser Arbeit vorgestellten Indikatoren bilden, dargestellt. Aus diesen lassen sich bereits direkte Einblicke in den Umgang Deutschlands mit diesen Ressourcen gewinnen.

3.3 Ergebnisse der Materialflussrechnungen

Die den Ergebnissen zu Grunde liegenden Daten wurden der Veröffentlichung „Umwelt-nutzung und Wirtschaft 2010“ des Statistischen Bundesamtes entnommen (Statistisches Bundesamt 2010g).⁵

Die Auswahl der Materialgruppen erfolgte auf Basis der Tabellen des Statistischen Bundesamtes der Veröffentlichung „Nachhaltige Entwicklung in Deutschland – Daten zum Indikatorenbericht 2010“ (Statistisches Bundesamt 2010b). Diese Materialgruppen sind „Fossile Energieträger“, „Erze und ihre Erzeugnisse“, „Baumineralien“ und „Industriemineralien“. In den folgenden Ausführungen werden „Fossile Energieträger“ oft mit „Energieträger“ und „Erze und ihre Erzeugnisse“ mit „Erze“ abgekürzt, um eine bessere Lesbarkeit zu erzielen. Zusätzlich wurde die Materialgruppe „Biomasse“ (auch als „biotische Materialien“ bezeichnet) hinzugefügt. Dies war notwendig, da in der erwähnten Veröffentlichung des Statistischen Bundesamtes nur die abiotischen Materialien abgedeckt wurden, hier aber alle Materialien betrachtet werden sollen.

³ Eine vollständige Auflistung der Gliederung der Daten ist in Anhang I zu finden.

⁴ So wird z.B. auch bei der offiziellen Definition der Rohstoffproduktivität des Statistischen Bundesamtes von Primärmaterial gesprochen, siehe Kapitel 4.1.

⁵ Die aus den MFA entnommenen Daten sind in Anhang II aufgelistet.

Zunächst wird nun die „Verwertete inländische Entnahme“ dargestellt, gefolgt von der „Einfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad“ und der „Ausfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad“. Schließlich folgt die Beschreibung der „Nichtverwerteten inländischen Entnahme“.

3.3.1 Verwertete inländische Entnahme

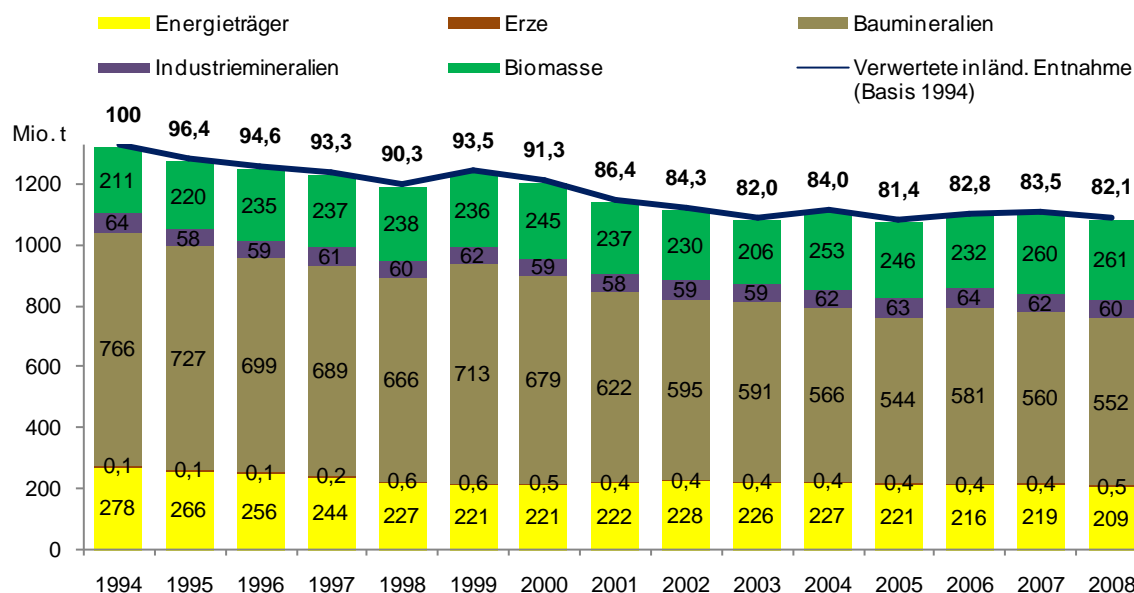


Abb. 5: Verwertete inländische Entnahme, 1994-2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Abb. 5 zeigt die Entwicklung der verwerteten inländischen Entnahme. Insgesamt hat sich die inländische Entnahme im Zeitraum von 1994 bis 2008 um 237 Mio. t von 1.319 Mio. t auf 1.082 Mio. t verringert. Dies entspricht einem Rückgang um 17,9%. Bis 1998 fiel sie dabei stetig bis auf 90,3%, stieg dann bis zum Jahr 1999 wieder um 3,2 Prozentpunkte an, um danach bis 2003 wieder konstant bis auf 82,0% zu fallen. Seitdem lässt sich kein eindeutiger Trend mehr feststellen, vielmehr scheint die Höhe der Entnahme auf diesem Niveau mit geringen Ausschlägen nach unten und oben zu verharren. Im Jahr 2008 lag sie mit 82,0% minimal unter dem Wert von 2003. Wie sich die einzelnen Materialgruppen entwickelt haben, zeigen die folgenden Ausführungen.

Bei den Energieträgern zeigt sich eine eindeutig fallende Tendenz: Die Entnahme fiel von 278 Mio. t (1994) auf 209 Mio. t (2008) um 24,8%. Dabei ist festzustellen, dass die Rückgänge vor allem im Zeitraum von 1994 bis 1999 stattfanden. Seitdem stagniert die Entnahme auf einem Niveau von etwa 220 Mio. t, mit einem etwas größeren Ausschlag nach unten im letzten Berichtsjahr auf 209 Mio. t. Durch den größeren Rückgang hat sich auch der Anteil an der gesamten verwerteten inländischen Entnahme verringert von 21,1% (1994) auf 19,3% (2008) (siehe Abb. 6).

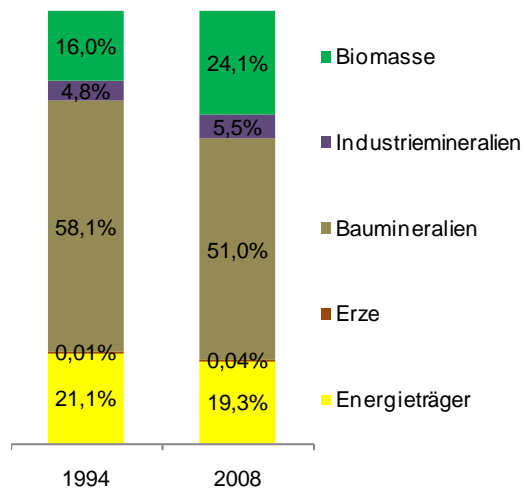


Abb. 6: Aufteilung der Verwerteten inländischen Entnahme (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Betrachtet man die Erze, so wird sofort ihre mengenmäßig eher geringe Bedeutung bei der inländischen Entnahme in Deutschland sichtbar. Allerdings waren sie dabei prozentual betrachtet äußerst volatil. Die Entnahme von Erzen schwankte zwischen 0,07 und 0,62 Mio. t, der höchste Wert entspricht also rund dem neunfachen des niedrigsten Wertes. Seit dem Jahr 2000 liegt der Wert allerdings recht konstant im Bereich von 0,4 bis 0,5 Mio. t. Im Vergleich von 1994 zu 2008 ist die Erzentnahme von 0,1 auf 0,5 Mio. t

stark gestiegen. Anteilig an der gesamten verwerteten Entnahme lag der Anteil 1994 bei 0,01% und 2008 bei 0,04%. Trotz dieses Anstiegs sind die Erze mengenmäßig daher eher zu vernachlässigen.

Die Baumineralien machen den mit Abstand größten Anteil an der verwerteten inländischen Entnahme aus. Allerdings nahmen sie im betrachteten Zeitfenster deutlich ab. 1994 waren es noch 766 Mio. t, 2008 mit 552 Mio. t 214 Mio. t weniger. Das entspricht einer Minderung um 27,9%. Weil die Baumineralien einen so großen Anteil an der verwerteten Entnahme ausmachen, ist es auch nicht verwunderlich, dass der Trend in fast jedem Jahr mit dem der Gesamtentnahme übereinstimmt. Allein für das Jahr 2007 ist dies nicht der Fall. Hier wird das Abfallen der Entnahme von Baumineralien überkompensiert durch den Anstieg der Entnahme von Biomasse. Prozentual fiel der Anteil der Baumineralien von 58,1% (1994) auf 51,0% (2008). Die Baumineralien haben damit etwas an Wichtigkeit verloren, machen aber immer noch über die Hälfte der gesamten verwerteten Entnahme aus.

Die verwertete Entnahme von Industriemineralien bewegte sich von 1994 bis 2008 relativ konstant immer um einen Wert von etwa 60 Mio. t. Vergleicht man den Start- und Endwert der Entwicklung, so liegen diese bei 64 (1994) und 60 Mio. t (2008). Dies entspricht einer Verringerung von 4 Mio. t oder einem Minus von 6,4%. Da die Gesamtentnahme aber deutlich stärker gefallen ist, hat sich der Anteil der Industriemineralien um 0,7 Prozentpunkte von 4,8% auf 5,5% erhöht.

Die Biomasse hat hingegen deutlich an Bedeutung gewonnen. Während 1994 „nur“ 211 Mio. t entnommen und verwertet wurden, waren es 2008 261 Mio. t und damit 50 Mio. t (+23,6%) mehr. Dabei stieg der Wert zunächst von 1994 bis 1998 konstant an. Seit dem ist aber kein klarer Trend mehr zu erkennen. Interessant ist der Wert von 2003, der mit

206 Mio. t den niedrigsten Wert für Biomasse im betrachteten Zeitraum darstellt. Erklären lässt er sich mit dem sogenannten „Jahrhundertsommer“ in diesem Jahr, der in Deutschland zu deutlichen Ernteverlusten führte. Auch im Jahr 2006 kam es zu einer langen Dürreperiode im Sommer. Auch hier ist die verwertete Biomasseentnahme mit 232 Mio. t deutlich geringer als im Jahr davor und danach. Die Werte der letzten beiden Jahre waren mit 260 bzw. 261 Mio. t die höchsten des Betrachtungszeitraums. Es liegt also ein insgesamt steigender Trend vor. Auf Grund dieses Trends und dem gegenläufigen Trend der Gesamtentnahme ist der Anteil der Biomasse an der verwerteten Gesamtentnahme um 8,1 Prozentpunkte von 16,0% (1994) auf 24,1% (2008) angestiegen.

Zusammenfassend lässt sich somit sagen, dass seit 1994 ein klarer Rückgang bei der verwerteten inländischen Entnahme zu verzeichnen ist, der allerdings nur bis zum Jahr 2003 anhielt. Seitdem stagniert die Entwicklung. Der Rückgang speiste sich vor allem aus der verminderten Entnahme der Baumineralien, die jedoch immer noch gut 50% an der verwerteten Gesamtentnahme ausmachen, und der fossilen Energieträger, deren Anteil bei etwa 20% liegt. Im Gegensatz dazu stieg die verwertete Entnahme von Biomasse deutlich an und überholte im Zuge dessen die fossilen Energieträger. Sie machen nun etwa ein Viertel der gesamten verwerteten Entnahme aus. Die Industriemineralien blieben in ihrer Entnahme relativ konstant und machen rund 5% aus. Die Erzentnahmen sind zwar stark gestiegen, machen jedoch immer noch nur einen minimalen Anteil von 0,04% aus.

3.3.2 Einfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad

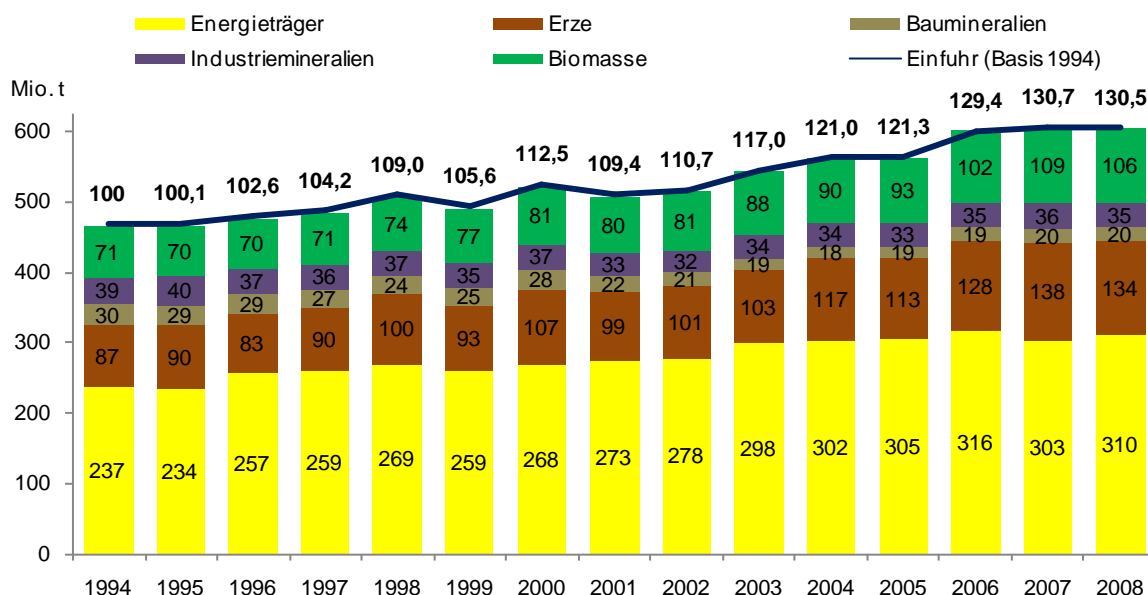


Abb. 7: Einfuhr von Gütern, 1994-2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Die Einfuhr von Gütern (Abb. 7) ist seit 1994 deutlich gestiegen. Sie stieg um insgesamt 141 Mio. t von 463 auf 604 Mio. t. In Prozent ausgedrückt ergibt dies eine Steigerung um

30,5%. Eingeführt wurden dabei vor allem Energieträger. 1994 wurden 237 Mio. t importiert, 2008 waren es 310 Mio. t. Sie stiegen also um 73 Mio. t und sind damit in etwa gleich stark gestiegen wie die Importe insgesamt, nämlich um 30,8%. Anteilig an der gesamten Einfuhr machten sie 2008 mit 51,3% 0,2 Prozentpunkte mehr aus als 1994 (siehe Abb. 8).

Erze und ihre Erzeugnisse wurden mengenmäßig am zweithäufigsten eingeführt. Die Einfuhr stieg von 87 Mio. t (1994) um 47 Mio. t auf 134 Mio. t (2008). Dies entspricht einer Steigerung um 54,0%. Folgerichtig stieg auch ihr Anteil an den gesamten Einfuhren an, von 18,8% auf 22,1%.

Die Einfuhr von Baumineralien fiel im betrachteten Zeitraum von 30 auf 20 Mio. t, und damit um 10 Mio. t oder 33,3%. Damit fiel auch der Anteil an der Gesamteinfuhr von 6,5% auf 3,2%.

Bei den Industriemineralien blieb die Einfuhr recht konstant, bei einer leicht fallenden Tendenz. Mit 35 Mio. t wurden 2008 3 Mio. t weniger eingeführt als 1994. Dies entspricht einem Rückgang von 7,9%. Der Anteil an den Gesamteinfuhren fiel von 8,3% auf 5,8%.

Die Biomasse legte hingegen um 35 Mio. t (+49,3%) zu, von 71 Mio. t (1994) auf 106 Mio. t (2008). Damit stieg auch ihr Anteil von 15,3% auf 17,5%.

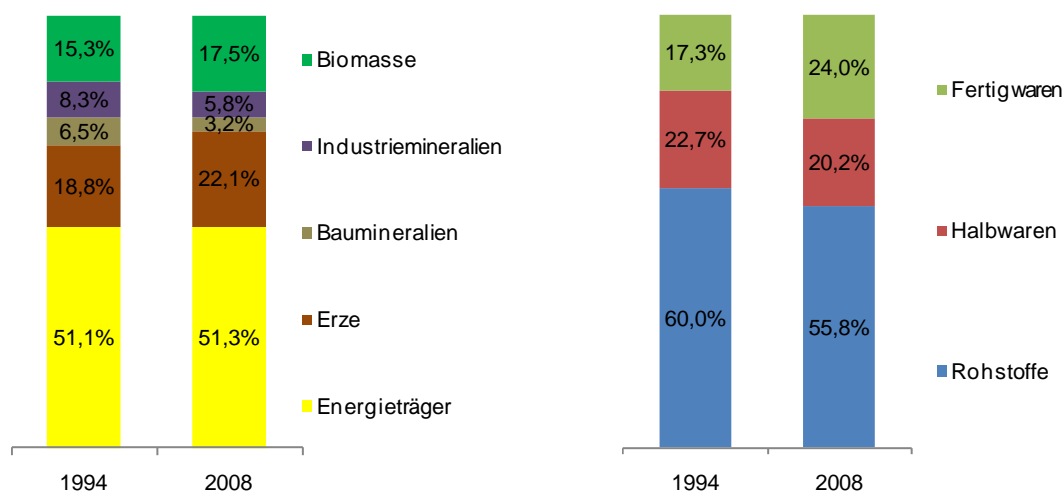


Abb. 8: Aufteilung der Einfuhr nach Materialgruppen (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Abb. 9: Aufteilung der Einfuhr nach Verarbeitungsgrad (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Nun wird bei der Einfuhr der Güter auch nach dem Verarbeitungsgrad unterschieden. Deswegen wird hier auch kurz untersucht, zu welchem Anteil Rohstoffe, Halbwaren und Fertigwaren importiert wurden und ob sich an dieser Zusammensetzung seit 1994 etwas geändert hat. Dies ist in Abb. 9 zu sehen.

1994 waren 60,0% (291 Mio. t) der importierten Güter Rohstoffe, 22,7% (104 Mio. t) Halbwaren und 17,3% (94 Mio. t) Fertigwaren. Bis 2008 stieg der Import aller drei Güterarten deutlich an. An Rohstoffen wurden 338 Mio. t, an Halbwaren 121 Mio. t und an Fer-

tigwaren 145 Mio. t eingeführt. Da die Einfuhr von Fertigwaren mit 51 Mio. t, oder 54,3%, sowohl real als auch anteilig am stärksten stieg, erhöhte sich auch ihr Anteil an der gesamten Einfuhr deutlich um 6,8 Prozentpunkte auf 24,1% (2008). Die Rohstoffe stiegen real um 47 Mio. t, anteilig um 16,2%. Ihr Anteil an den Gesamteinfuhren fiel um 4,2 Prozentpunkte auf 55,8%. Die Halbwaren stiegen um 17 Mio. t, oder 16,3%. In Prozent der Gesamteinfuhren ausgedrückt fielen sie um 2,6 Prozentpunkte auf 20,1%. Neben dem allgemeinen Anstieg der Importe ist also auch speziell von Fertigwaren ein verstärkter Import zu beobachten.

Die wichtigsten Punkte bei der Entwicklung der Einfuhr sind, dass sie seit 1994 relativ konstant um insgesamt über 30% gestiegen ist. Den Hauptanteil, mit etwa der Hälfte (51%) der Importe, machen die Energieträger aus. An zweiter Stelle folgen die Erze mit über 22%. Dabei ist ihr Import seit 1994 deutlich angestiegen. Auch die der an dritter Stelle liegende Biomasse ist deutlich gestiegen und hat inzwischen einen Anteil von rund 18%. Die Einfuhr von Industriemineralien und Baumineralien ließ hingegen nach. Ihr Anteil an der Gesamteinfuhr beträgt etwa 6% bzw. gute 3%. Es ist außerdem zu erkennen, dass neben der absoluten Erhöhung der Einfuhr auch ein Trend zur vermehrten Einfuhr von Fertigwaren vorliegt.

3.3.3 Ausfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad

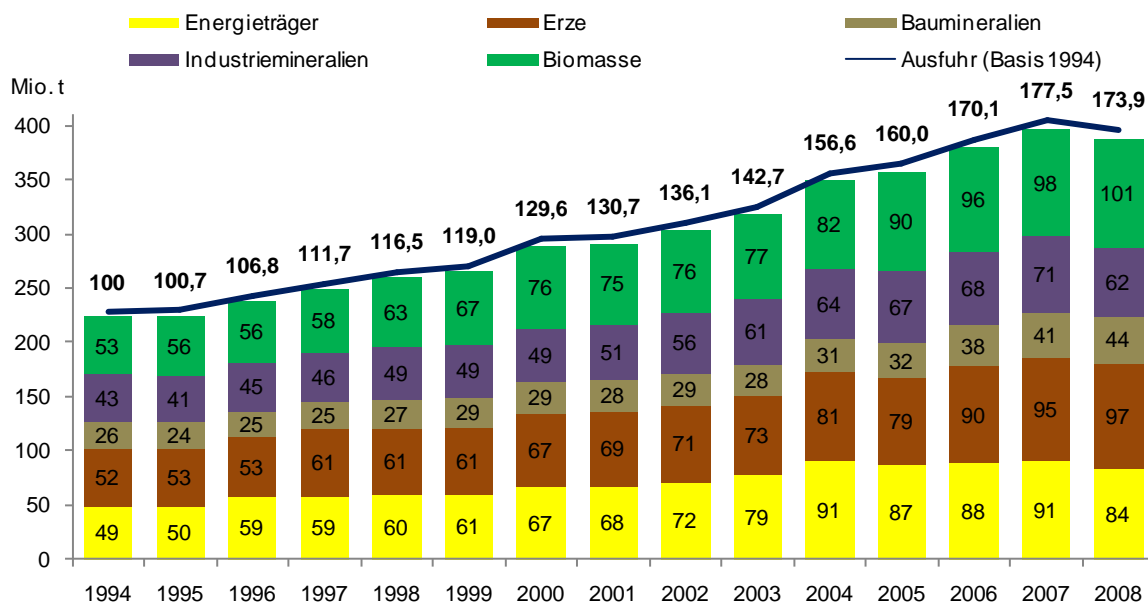


Abb. 10: Ausfuhr von Gütern, 1994-2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Die Abb. 10 zeigt, dass die Ausfuhr von Gütern im Zeitraum von 1994 bis 2008 deutlich und, mit Ausnahme des letzten Jahres, auch stetig gestiegen ist. Insgesamt stieg der Export um 165 Mio. t von 223 auf 388 Mio. t. Prozentual entspricht dies einer Steigerung um 73,9%. Dabei ist keine der Rohstoffgruppen besonders dominant.

Energieträger wurden 1994 im Umfang von 49 Mio. t exportiert. Bis 2008 erhöhte sich die Ausfuhr um 35 Mio. t, oder 71,4%, auf 84 Mio. t. Der Anteil an den gesamten Ausfuhren fiel, weil die Steigerung leicht niedriger war als die der Gesamtausfuhren, von 22,1% (1994) auf 21,6% (2008) (siehe Abb. 11).

Von Erzen und ihren Erzeugnissen wurden 1994 insgesamt 52 Mio. t exportiert. Sie erhöhten sich auf 97 Mio. t. Die Steigerung betrug also 45 Mio. t, oder 86,5%. Folgerichtig stieg ihr Anteil an den Gesamtausfuhren von 23,3% auf 25,0%.

Die Ausfuhr von Baumineralien stieg von 26 Mio. t um 18 Mio. t auf 44 Mio. t. Dies entspricht einer Erhöhung um 69,2%. Der Anteil an den Gesamtausfuhren fiel von 11,7% auf 11,3%.

Die Ausfuhr von Industriemineralien stieg ebenfalls, aber in geringerem Maße. 1994 betrug sie 43 Mio. t. Bis 2008 stiegen die Ausfuhren um 19 Mio. t (44,2%) auf 92 Mio. t. Ihr Anteil an den Gesamtausfuhren fiel von 19,2% auf 16,1%.

Im Gegensatz dazu legte die Biomasse überdurchschnittlich viel zu. Sie stieg von 53 Mio. t auf 101 Mio. t und damit um 90,5% oder 48 Mio. t. Ihr Anteil an den Gesamtausfuhren stieg von 23,7% auf 26,1%.

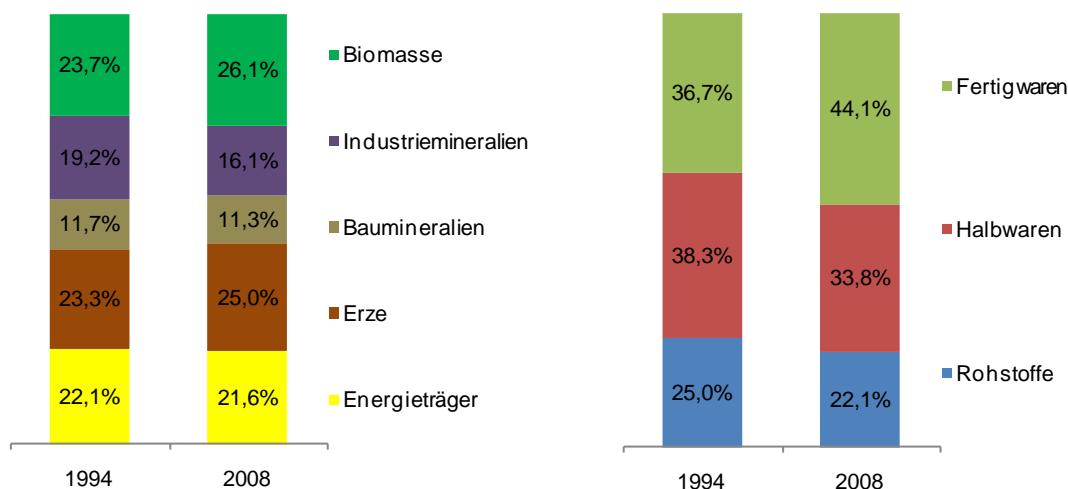


Abb. 11: Aufteilung der Ausfuhr nach Materialgruppen (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Abb. 12: Aufteilung der Einfuhr nach Fertigungstiefe (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Genau wie bei der Einfuhr kann bei der Ausfuhr auch zwischen dem Export von Rohstoffen, Halbwaren und Fertigwaren unterschieden werden. Abb. 12 zeigt, dass auch hier eine Verschiebung hin zu einem größeren Anteil von Fertigwaren vorliegt. 1994 waren 25,0% der Ausfuhren Rohstoffe, 38,3% Halbwaren und 36,7% Fertigwaren. Mengenmäßig legten wieder alle drei Kategorien zu. Die Rohstoffe um 30 Mio. t von 56 auf 86 Mio. t, die Halbwaren um 48 Mio. t von 83 auf 131 Mio. t und die Fertigwaren um 86 von 85 auf 171 Mio. t. Prozentual bedeutet dies, dass die Fertigwaren am stärksten zulegten mit einer Steigerung um 101,2%, die Halbwaren am zweitstärksten mit 57,8% und am

schwächsten die Rohstoffe mit 53,6%. Dies führte dazu, dass sich die Anteile an den Gesamtausfuhren 2008 folgendermaßen darstellten. Die Fertigwaren machten 44,1% aus, die Halbwaren 33,8% und die Rohstoffe 22,1%.

Zusammenfassend lässt sich über den Export sagen, dass er seit 1994 um fast 74% gestiegen ist. Der Export bestand dabei aus Biomasse mit knapp 26%, gefolgt von Erzen mit 25%, Energieträgern mit knapp 22%, Industriemineralien mit gut 16% und Baumineralien mit gut 11%. Dabei hat sich der Export von Biomasse und Erzen am deutlichsten erhöht. Außerdem ist zu beobachten, dass vor allem mehr Fertigwaren exportiert werden. Ihr Export verdoppelte sich im Zeitraum von 1994 bis 2008.

3.3.4 Nichtverwertete inländische Entnahme

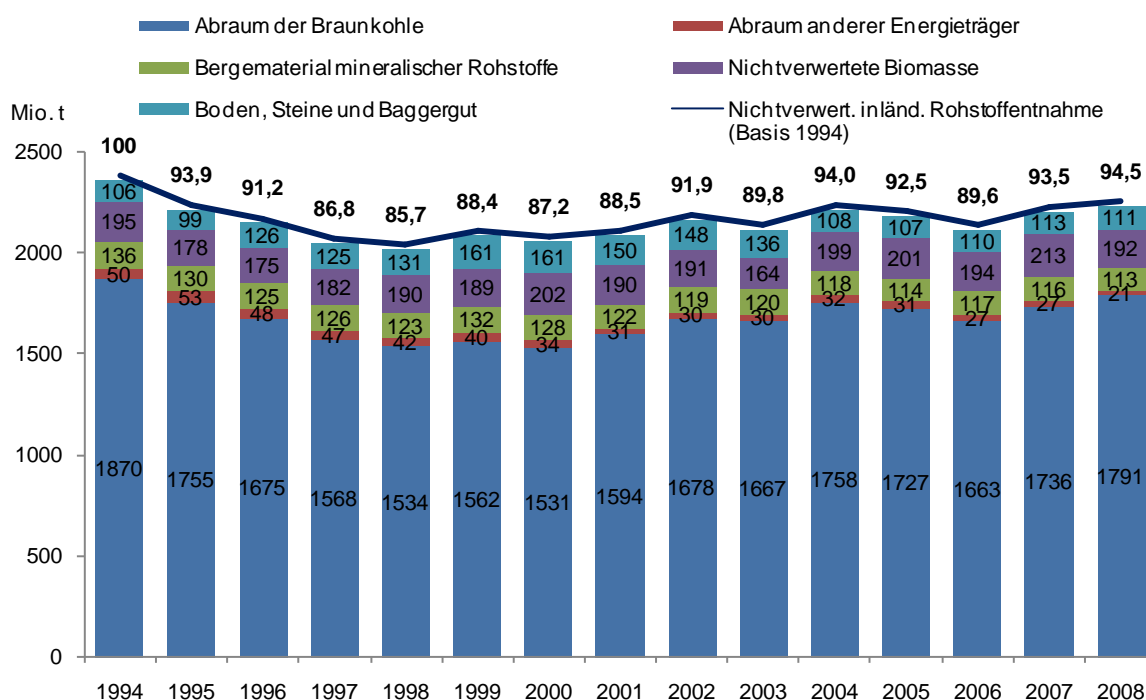


Abb. 13: Nichtverwertete inländische Entnahme, 1994-2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Die nichtverwertete inländische Entnahme bildet den Abschluss der Ergebnisse der Materialflussrechnungen und ist in Abb. 13 zu sehen. Sie unterscheidet sich von der verwerteten Entnahme dadurch, dass sie nicht in den wirtschaftlichen Kreislauf eingeht. Sie wurde auf Grund von wirtschaftlichen Aktivitäten entnommen und „umgelagert“ (z.B. Abraum). Sie ist mengenmäßig der mit Abstand größte der bislang vorgestellten Posten. 1994 betrug sie insgesamt 2357 Mio. t. Bis 1998 ist ein eindeutiges Absinken um 14,3% (227 Mio. t) auf 2.020 Mio. t zu beobachten. Danach ist allerdings kein klarer Trend mehr erkennbar. Insgesamt steigt sie jedoch eher wieder an auf schließlich 2.229 Mio. t im Jahr 2008. Damit liegt die nichtverwertete Entnahme im Jahr 2008 um 128 Mio. t, oder 5,5%, niedriger als 1994.

Den Hauptanteil an der nichtverwerteten Entnahme macht der Abraum der Braunkohle aus. Im Jahr 1994 wurden 1.870 Mio. t ausgewiesen, was einem Anteil von 79,3% entspricht. Auf Grund dieser Dominanz ist es auch nicht weiter verwunderlich, dass der Trend des Abraums der Braunkohle mit dem des Gesamttrends sehr stark übereinstimmt. Auch hier ist bis 1998 ein deutlicher Rückgang von 18,0% (336 Mio. t) zu beobachten, der sich dann umkehrt. Deswegen bleibt bis 2008 auch nur ein Rückgang von 79 Mio. t, oder 4,2%, übrig. Natürlich steht dies in direktem Zusammenhang mit der Braunkohleförderung (siehe Kapitel 3.3.1), die einen sehr ähnlichen Trend aufweist. Allerdings ist das Verhältnis von Abraum zu geförderter Tonne leicht schlechter geworden. 1994 waren es 9,3 Tonnen Abraum pro geförderte Tonne, 2008 lag es hingegen um eine Tonne höher bei 10,3 Tonnen Abraum pro geförderter Tonne.

Für andere Energieträger ging die nicht verwertete Entnahme von 50 Mio. t auf 21 Mio. t deutlich zurück. Das entspricht 29 Mio. t oder 58,0%. Der Anteil an der gesamten nichtverwerteten Entnahme ist sehr klein mit 2,1% (1994) bzw. 0,9% (2008).

Das Bergematerial mineralischer Rohstoffe verlor leicht um 23 Mio. t von 136 Mio. t auf 113 Mio. t. Das entspricht einem Rückgang von 16,9%. Der Anteil an der gesamten nichtverwerteten Entnahme fiel dementsprechend von 5,8% auf 5,1%.

Die nichtverwertete Biomasse blieb hingegen recht konstant und lag 2008 mit 192 Mio. t 3 Mio. t (1,5%) niedriger als 1994. Ihr Anteil stieg deswegen leicht von 8,3% auf 8,6%.

Der Posten Boden, Steine und Baggergut stieg zwischenzeitlich recht stark an. Den Höchststand erreichte er 1999 und 2000, wo er 161 Mio. t und damit 55 Mio. t mehr als 1994 betrug. Bis 2008 fiel er wieder auf 111 Mio. t ab und betrug damit nur noch 5 Tonnen (+4,7%) mehr als 1994. Folgerichtig stieg der Anteil an der gesamten inländischen Entnahme von 4,5% auf 5,0%.

Es lässt sich also festhalten, dass die nichtverwertete Entnahme deutlich höher ist, als die gesamte verwertete Entnahme. Mit 2.229 Mio. t im Jahr 2008 betrug sie rund das Doppelte der verwerteten Entnahme (1.081 Mio. t). Sie fiel im Zeitraum von 1994 bis 2008 um 5,5% leicht ab und wird dominiert durch den Abraum der Braunkohle, der rund 80% an der nichtverwerteten Entnahme ausmacht.

3.4 Bewertung

Eine große Stärke der Materialflussrechnungen (MFA) liegt sicherlich in ihrer weiten Verbreitung und relativ großen Akzeptanz. Die weltweite Grundlage für deren Erstellung ist durch das bereits in Kapitel 3.1 erwähnte Handbuch SEEA-2003 (UN et al. 2003) gegeben. Da dieses Handbuch durch eine Kooperation vieler großer Organisationen (UN, OECD, Eurostat, IWF und die World Bank) erarbeitet wurde, dient es vielen Ländern als Basis für die Umweltberichterstattung. Trotzdem gibt es in verschiedenen Ländern immer

noch Unterschiede, z.B. bei der Klassifikation der Wirtschaftsbranchen, die Vergleiche schwierig machen. Deswegen wird SEEA-2003 momentan weiterentwickelt und angepasst, um besser kombinier- und vergleichbare Daten zu erhalten. Trotz dieser Probleme stellen die Daten der MFA bereits heute eine umfassende und international weitverbreitete Quelle für den Bereich der Ressourcen dar. So liegen z.B. bei Eurostat Daten über die MFA (allerdings in geringerer Detailtiefe als beim Statistischen Bundesamt) für die gesamte Europäische Union (EU-27) ab dem Jahr 2000 vor (für einige Länder seit 1990).⁶

Insgesamt sollen die MFA den gesamten Fluss von Primärmaterialien von und zu einer Volkswirtschaft, sowie deren Verbleib, darstellen.⁷ Das bringt uns allerdings direkt zu einem großen Nachteil der MFA: Im Inland recycelte Materialien (Sekundärmaterialien) werden nur indirekt sichtbar, nämlich durch einen Rückgang der Materialflüsse des Primärmaterials. Eine direkte Ausweisung ist nicht vorhanden, obwohl zweifelsohne auch recyceltes Material im Laufe seines „neuen“ Lebenszyklus Auswirkungen auf die Umwelt hat und zur Wertschöpfung einer Volkswirtschaft beiträgt.

Eine Stärke der MFA ergibt sich aus ihrer relativ einfachen Erstellung und Methodik (siehe 3.2). Dies führt allerdings wiederum direkt zu einem Nachteil, nämlich der fehlenden Darstellung der Wirtschaftsprozesse und der damit verbundenen Materialflüsse innerhalb der Volkswirtschaft. Diese ist nämlich in den MFA eine sogenannte „Black Box“, d.h. die einzelnen Produktionsschritte nach der Entnahme werden nicht erfasst. Diese Schwäche lässt sich zum Teil durch die Erstellung von Materialstromtabellen beheben. Dabei wird der Weg einzelner Materialien durch die Wirtschaft von der Entnahme bis zur Abgabe nachverfolgt. Dies für alle Materialien durchzuführen ist allerdings sehr aufwendig. Im Grunde entspräche dies einer Erstellung einer (erweiterten) PIOT und würde den Vorteil des relativ gesehen geringeren Aufwands zu Nichte machen.

Für den nächsten Kritikpunkt muss zunächst zwischen dem Soll- und dem Ist-Zustand der MFA unterschieden werden. Laut dem Eurostat-Handbuch (European Communities 2001) sollen in den MFA auch alle sogenannten „Indirekten Materialflüsse“ (indirect flows) ausgewiesen werden. Der Begriff „Indirekte Materialflüsse“ umschließt dabei neben der nichtverwerteten inländischen Entnahme auch die Materialflüsse, die bei der Produktion der importierten Waren in dem exportierenden Land zu deren Herstellung angefallen sind; und zwar sowohl die verwerteten als auch die nichtverwerteten Entnahmen. Das Gleiche

⁶ Datenquelle: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environment/data/database> -> Umweltrechnungen -> Physische und hybride Flussrechnungen -> Materialflussrechnung; letztes Zugriffsdatum: 06.03.2011

⁷ Exklusive des Wassers, das auf Grund seines speziellen Charakters (z.B. wegen der ständigen Grenzüberschreitung durch Flüsse oder Regens) ein eigenes Berichterstattungsmodul besitzt und mit bereits erwähnten Einschränkung des Begriffes Primärmaterial auf die in Deutschland zum ersten Mal eingesetzten Materialien.

gilt für die Exporte. Hier soll neben dem tatsächlichen Gewicht der exportierten Güter auch das der für die Herstellung benötigten Materialien (wieder der verwerteten und nicht-verwerteten) berechnet werden. Diese Werte werden bisher vom Statistischen Bundesamt noch nicht ausgewiesen, da deren Berechnung mit einigen Problemen behaftet ist (siehe Kapitel 5.3). Insofern ist deren Nichtberücksichtigung nicht wirklich ein Schwachpunkt der MFA, sondern vielmehr ein Schwachpunkt in der bisherigen Umsetzung.

Was die MFA auch nicht leistet ist die Aufstellung von Grenz- oder Richtwerten, bis zu deren Höhe der Einsatz bzw. der Verbrauch von Materialien als nachhaltig angesehen wird. Grund hierfür ist, dass keinen anerkannten Grenzwert gibt. So ist es nicht möglich eine Aussage darüber zu treffen, ob ein Verbrauch von 20 Tonnen pro Einwohner pro Jahr nachhaltig ist oder nicht. Es können „nur“ Aussagen über die Zusammensetzung getroffen, Trends über Zeitreihen fest- und Vergleiche mit anderen Ländern angestellt werden.

Ein weiterer Kritikpunkt im Hinblick auf die Verwendung der MFA als Umweltindikator bzw. Basis für einen solchen besteht in der reinen Gewichtsbeurteilung. Dadurch wird beispielsweise ein Kilogramm Sand gleich bewertet wie ein Kilogramm Quecksilber, obwohl diese in ihren Umweltauswirkungen sicherlich nicht gleich sind. Potenziell ergibt sich also eine falsche Prioritätenbildung, nämlich nach dem größten Gewicht und nicht der größten Umweltauswirkung. Auch Trends können in dieser Hinsicht falsche Auskunft geben, z.B. wenn 1,1 t Sand wurde, dafür aber 1 t mehr Quecksilber weniger gefördert, das Saldo der MFA aber auf jeden Fall negativ bleibt. Insofern können die Daten der MFA nur sehr eingeschränkt Auskunft über die Umweltauswirkungen des Ressourceneinsatzes geben.

Schließlich soll noch auf einen weiteren großen Vorteil hingewiesen werden, nämlich die Kompatibilität mit den anderen Gesamtrechnungen. Dadurch ergeben sich viele weitere Analysemöglichkeiten, z.B. die Errechnung von Produktivitäten. Außerdem lassen sich diese Analysen auch auf Ebene der verschiedenen Produktionsbereiche durchführen.

Insofern muss man sich bewusst machen, was die MFA darstellen und was sie alleine ausdrücken können. Auf Grund der dargestellten Stärken, vor allem der internationalen Akzeptanz, der guten Verfügbarkeit der Daten und deren Kompatibilität mit der VGR, bilden die MFA für alle im weiteren Verlauf vorgestellten Indikatoren die Basis und sind bei einigen sogar die einzige Datenquelle. Deswegen übernehmen diese Indikatoren natürlich auch die Stärken und Schwächen dieses Ansatzes.

4 Der Nachhaltigkeitsindikator „Rohstoffproduktivität“

In diesem Kapitel wird der von der deutschen Bundesregierung für die Nachhaltigkeitsstrategie ausgewählte Indikator *Rohstoffproduktivität* zum Thema „Ressourcenschonung“ vorgestellt. Eingeordnet ist dieser innerhalb des ersten Oberbereiches „Generationengerechtigkeit“. Dazu stellt die Bundesregierung fest:

„Die Rohstoffvorräte unserer Erde sind begrenzt. Rohstoffe, die wir heute verbrauchen, stehen künftigen Generationen nicht mehr zur Verfügung. Die sparsame und effiziente Nutzung knapper Ressourcen stellt deshalb einen Schlüssel zu einer nachhaltigen Entwicklung dar“ (Bundesregierung 2002, S. 93).

Es handelt sich bei der *Rohstoffproduktivität* um einen zusammengesetzten Indikator. Wie der Wortbestandteil „Produktivität“ schon erahnen lässt, wird hier die wirtschaftliche Leistung (der Output) mit dem Materialeinsatz (dem Input) in Verbindung gesetzt. Für den Input wird der *Einsatz von abiotischem Primärmaterial im Inland (DMI-abiotisch)* herangezogen. Für den Output wurde das *Bruttoinlandsprodukt (BIP)* ausgewählt. Dividiert man nun das *BIP* durch den *DMI-abiotisch*, so erhält man die *Rohstoffproduktivität*. Das Ergebnis ist eine Zahl die ausdrückt wie viel Bruttoinlandsprodukt je eingesetzter Tonne abiotischen Primärmaterials erwirtschaftet wurde. Als Ziel wurde von der Bundesregierung dabei die Verdopplung der *Rohstoffproduktivität* von 1994 bis 2020 ausgegeben (Bundesregierung 2002, S. 93). Langfristig soll sich die Verbesserung an der „Faktor 4-Vision orientieren“ (Bundesregierung 2002, S. 93), sich also vervierfachen. Diese „Faktor 4-Vision“ geht zurück auf das Buch von WEIZSÄCKER, LOVINS ET AL. (1995), in dem ein doppelter Wohlstand durch den halben Materialverbrauch als Ziel gesetzt wird. In diesem Kapitel wird nun zunächst die Methodik der *Rohstoffproduktivität* präsentiert. Dabei werden zunächst die beiden Teil-Indikatoren (*DMI-abiotisch* und *BIP*) und dann die aus diesen Teil-Indikatoren zusammengesetzte *Rohstoffproduktivität* vorgestellt. Es wird jeweils eine Definition und ein Überblick über die benötigten Datenquellen gegeben, sowie gezeigt, aus welchen Materialflüssen sich die Indikatoren zusammensetzen. Im darauffolgenden Kapitel 4.2 werden die Ergebnisse der Indikatoren präsentiert. Wieder werden zunächst die Teil-Indikatoren und dann die *Rohstoffproduktivität* behandelt. Im abschließenden Kapitel 4.3 wird die *Rohstoffproduktivität* schließlich, insbesondere bezüglich ihrer Tauglichkeit als Nachhaltigkeitsindikator, bewertet.

4.1 Methodik

Es wird zunächst die Methodik des Indikators *Einsatz von abiotischem Primärmaterial im Inland* vorgestellt, danach die des *Bruttoinlandsproduktes* und schließlich die der *Rohstoffproduktivität*.

4.1.1 Der „Einsatz von abiotischem Primärmaterial im Inland“ (DMI-abiotisch)

Eine mögliche Definition des „Einsatzes von abiotischem Primärmaterial im Inland“ lautet:

„Abiotisches Primärmaterial sind die im Inland entnommenen Rohstoffe, ohne land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse, sowie alle importierten abiotischen Materialien (Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren)“ (Statistisches Bundesamt 2010c, S. 70).

Da keine eigene anerkannte Abkürzung für diesen Indikator existiert, wird dieser vom Autor dieser Arbeit im Folgenden mit *DMI-abiotisch* abgekürzt, weil sich der ‚Einsatz von abiotischem Primärmaterial im Inland‘ allein durch die Nichteinbeziehung der Biomasse vom *DMI* unterscheidet. Der *DMI* wird in Kapitel 5.1 vorgestellt.

Der *DMI-abiotisch* setzt sich zusammen aus den Daten der Materialflussrechnungen (siehe Kapitel 3.3). Dabei werden die Daten aus den Kategorien ‚Verwertete inländische Entnahme‘ und der ‚Einfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad‘ addiert. Allerdings wird, wie der Name bereits sagt, nur abiotisches Material berücksichtigt. Die Biomasse wird also ausgeklammert.

4.1.2 Das „Bruttoinlandsprodukt“ (BIP)

Da das Bruttoinlandsprodukt nicht direkt mit dem Materialeinsatz zusammenhängt und nur als Basis für die Errechnung der *Rohstoffproduktivität* benötigt wird, wird hier auf eine ausführliche Beschreibung der Methodik verzichtet.⁸

Eine mögliche Definition des Bruttoinlandsproduktes lautet:

„Das Bruttoinlandsprodukt ist ein Produktionsindikator, der in zusammengefasster Form ein Bild der wirtschaftlichen Leistung einer Volkswirtschaft in einer Periode gibt. Es misst die Produktion von Waren und Dienstleistungen im Inland nach Abzug der Vorleistungen“ (Statistisches Bundesamt 2010e, S. 626).

Für die Darstellung wird auf die gängige Einteilung der Wertschöpfung nach den Produktionsbereichen des primären, sekundären und tertiären Sektors zurückgegriffen. Addiert man dazu die ‚Gütersteuern abzüglich der Gütersubventionen‘, so erhält man das Bruttoinlandsprodukt (über die Berechnungsweise der Entstehungsseite). Dieses ist bei den weiteren Ergebnisdarstellungen für das jeweilige Jahr preisbereinigt mittels eines Kettenindex und zur Betrachtung der Entwicklung auf das Basisjahr 1994 bezogen.

⁸ Nähere Informationen können beispielsweise auf der Internetseite von DESTATIS gefunden werden: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/abisz/BIP,templateId=renderPrint.psmi>; letztes Zugriffsdatum: 05.03.2011

4.1.3 Die „Rohstoffproduktivität“

Eine mögliche Definition der *Rohstoffproduktivität* lautet:

„Die Rohstoffproduktivität drückt aus, wie viel Bruttoinlandsprodukt (in Euro, preisbereinigt) je eingesetzter Tonne abiotischen Primärmaterials erwirtschaftet wird“ (Statistisches Bundesamt 2010c, S. 70).

$$\text{Rohstoffproduktivität} = \frac{\text{Bruttoinlandsprodukt}}{\text{Einsatz von abiotischem Primärmaterial im Inland}}$$

Die *Rohstoffproduktivität* setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Wie der Begriff der Produktivität erkennen lässt, wird hier ein Output zu einem Input in Beziehung gesetzt und festgestellt, wie viel Output durch eine Einheit Input erreicht wurde. Die Output-Seite wird bei der *Rohstoffproduktivität* durch das Bruttoinlandsprodukt (*BIP*), die Input-Seite durch den *DMI-abiotisch* abgebildet. Die benötigten Daten zur Berechnung der *Rohstoffproduktivität* werden vom Statistischen Bundesamt in der UGR und VGR erfasst. Die Daten des *DMI-abiotisch* wurden aus der Veröffentlichung „Umweltnutzung und Wirtschaft 2010“ (Statistisches Bundesamt 2010g) entnommen, diejenigen zum *BIP* aus dem „Statistischen Jahrbuch 2010“ (Statistisches Bundesamt 2010e).

Komponente	Quelle
Verwertete inländische abiotische Entnahme	(Statistisches Bundesamt 2010g)
Einfuhr von abiotischen Gütern nach Verarbeitungsgrad	(Statistisches Bundesamt 2010g)
Bruttoinlandsprodukt	(Statistisches Bundesamt 2010e)

4.2 Ergebnisse

Zunächst werden die Ergebnisse des *DMI-abiotisch* vorgestellt. Darauf folgen die Ergebnisse des *BIP* und schließlich die aus diesen Daten zusammengeführten Ergebnisse der *Rohstoffproduktivität*.

4.2.1 Ergebnisse des *DMI-abiotisch*

Grundsätzlich beruhen die in Abb. 14 gezeigten Ergebnisse des *DMI-abiotisch* komplett auf den in den Kapiteln 3.3.1 und 3.3.2 vorgestellten Ergebnissen der inländischen Entnahme und Einfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad. Diese werden einfach aufaddiert. Wie der Name bereits sagt wird allerdings die Biomasse nicht erfasst.

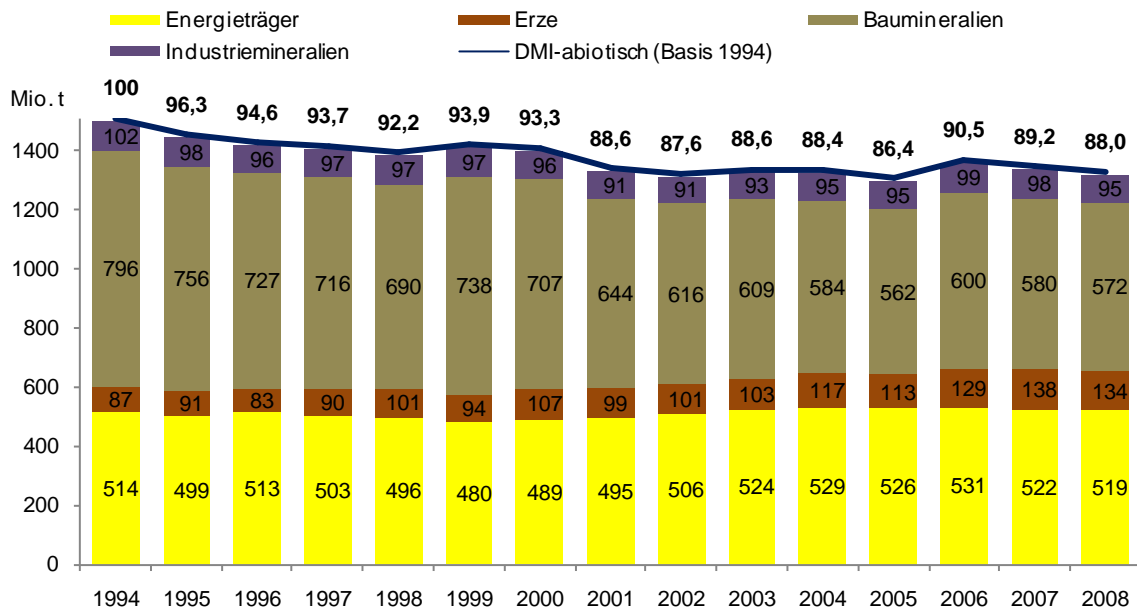


Abb. 14: DMI-abiotisch, 1994-2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Abb. 14 zeigt, dass der *DMI-abiotisch* von 1994 bis 2008 um insgesamt 12,0% (180 Mio. t) von 1.500 Mio. t auf 1.320 Mio. t fiel. Es zeigt sich allerdings, dass der gesamte Rückgang im Zeitraum 1994 bis 2002 stattfand. In diesen Jahren fiel der *DMI-abiotisch* um 12,4%. Seit dem ist kein eindeutiger Trend mehr erkennbar. Mit 88,0% liegt der *DMI-abiotisch* im Jahr 2008 sogar wieder um 0,4% höher als im Jahr 2002.

Teilt man den *DMI-abiotisch* in die verschiedenen Materialgruppen auf, so fällt auf, dass der Einsatz von Energieträgern insgesamt bei 514 (1994) bzw. 519 Mio. t (2008) recht stabil geblieben ist. Anteilig im Vergleich zu 1994 hat er allerdings auf Grund des insgesamt fallenden Verlaufs des *DMI-abiotisch* um 5,0 Prozentpunkte auf 39,3% zugelegt (siehe Abb. 15). Der Einsatz von Erzen hat sich, fast komplett aus den Importen gespeist, deutlich erhöht um 47 Mio. t (54,0%) auf 134 Mio. t. Somit stieg auch ihr Anteil am *DMI-abiotisch* um 4,4 Prozentpunkte auf 10,2%.

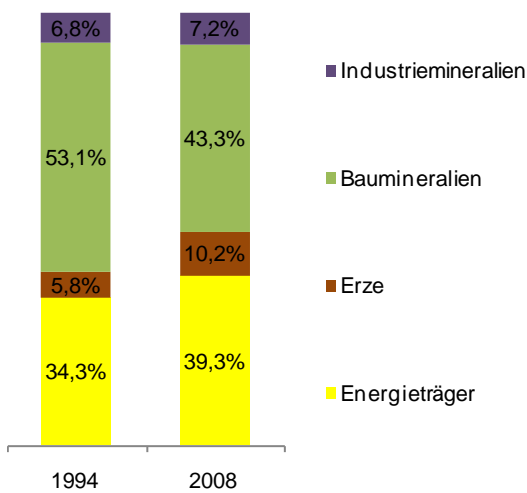


Abb. 15: Aufteilung des DMI-abiotisch
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Der Einsatz von Erzen hat sich, fast komplett aus den Importen gespeist, deutlich erhöht um 47 Mio. t (54,0%) auf 134 Mio. t. Somit stieg auch ihr Anteil am *DMI-abiotisch* um 4,4 Prozentpunkte auf 10,2%. Für fast den gesamten Rückgang des *DMI-abiotisch* waren die Baumineralien verantwortlich. Sie fielen von 796 Mio. t um 224 Mio. t (28,1%) auf 572 Mio. t. Machten sie 1994 noch 53,1% des *DMI-abiotisch* aus, so sank dieser Anteil bis 2008 auf 43,3%. Die Industriemineralien blieben recht konstant

und fielen nur leicht um 7 Mio. t (6,9%) auf 95 Mio. t. Anteilig stiegen sie deswegen leicht um 0,4 Prozentpunkte auf 7,2%.

4.2.2 Ergebnisse des BIP

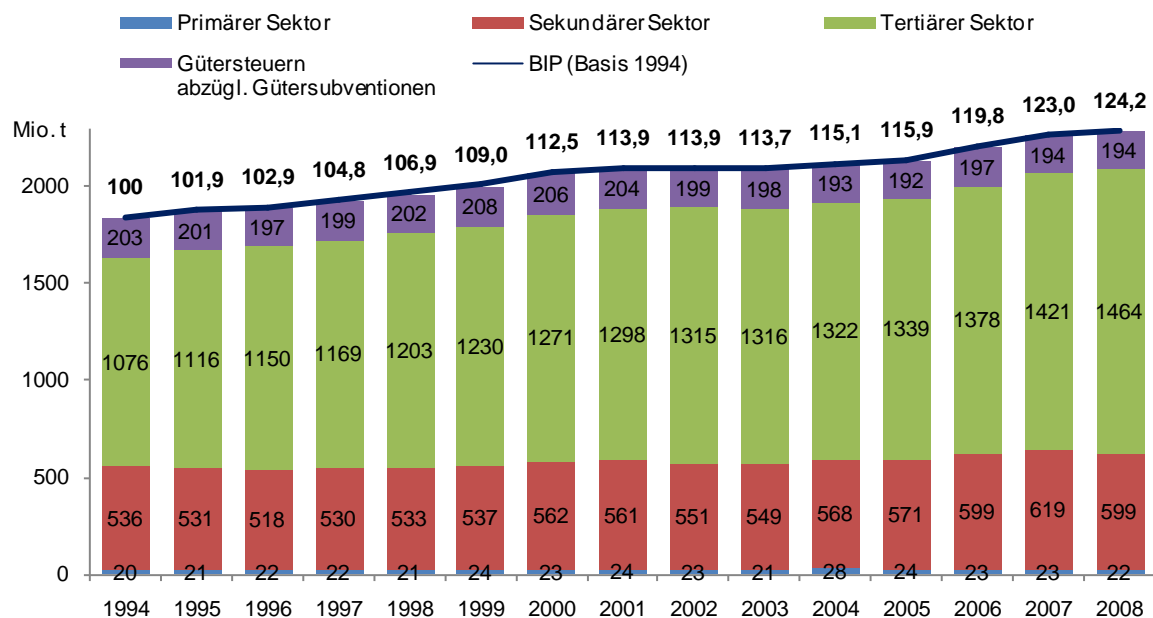


Abb. 16: BIP, 1994-2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010e, eigene Darstellung)

Abb. 16 zeigt die Aufteilung des *BIP* nach Wirtschaftsbereichen bis zum Jahr 2008.⁹ Von 1994 bis 2008 kannte das *BIP* fast nur eine Richtung, nämlich nach oben. Allein in den Jahren 2002, in dem keine Änderung vorlag, und 2003, wo ein leichtes Absinken um 0,2 Prozentpunkte auftrat, war dies nicht der Fall. Insgesamt stieg es von 1.833 Mrd. € (1994) um 444 Mrd. € (+24,2%) auf 2.277 Mrd. € (2008).

Der primäre, landwirtschaftliche Sektor ist dabei der mit Abstand kleinste Sektor. Er erhöhte seine Bruttowertschöpfung (BWS) um 4 Mrd. € (+20,0%) von 20 Mrd. € auf 24 Mrd. €. Sein Anteil an der gesamten Bruttowertschöpfung fiel leicht von 1,2% auf 1,0%.

Der sekundäre Sektor erzielte 1994 eine BWS von 536 Mrd. €. Bis 2008 stieg diese um 63 Mrd. € (+11,8%) auf 599 Mrd. €. Der Anteil an der gesamten BWS ging allerdings bis 2008 zurück von 32,9% auf 28,8%.

Der tertiäre Sektor ist für den Hauptteil der BWS verantwortlich und ist dazu auch noch deutlich gewachsen. Er stieg um 388 Mrd. € (+36,1%) von 1076 Mrd. € (1994) auf 1464 Mrd. € (2008). Das entspricht sowohl der größten realen als auch prozentualen Steigerung und sorgte dafür, dass der Anteil des tertiären Sektors von 65,9% auf 70,2% stieg.

⁹ Dieses ist für das jeweilige Jahr preisbereinigt mittels eines Kettenindex und zur Betrachtung der Entwicklung auf das Basisjahr 1994 bezogen.

Um von der BWS auf das *BIP* zu kommen fehlt noch das Saldo der Gütersteuern und Gütersubventionen. Dieses blieb über die Jahre relativ konstant und fiel leicht von 203 Mrd. € auf 194 Mrd. €, also um 9 Mrd. € oder 4,4%.

4.2.3 Ergebnisse der Rohstoffproduktivität

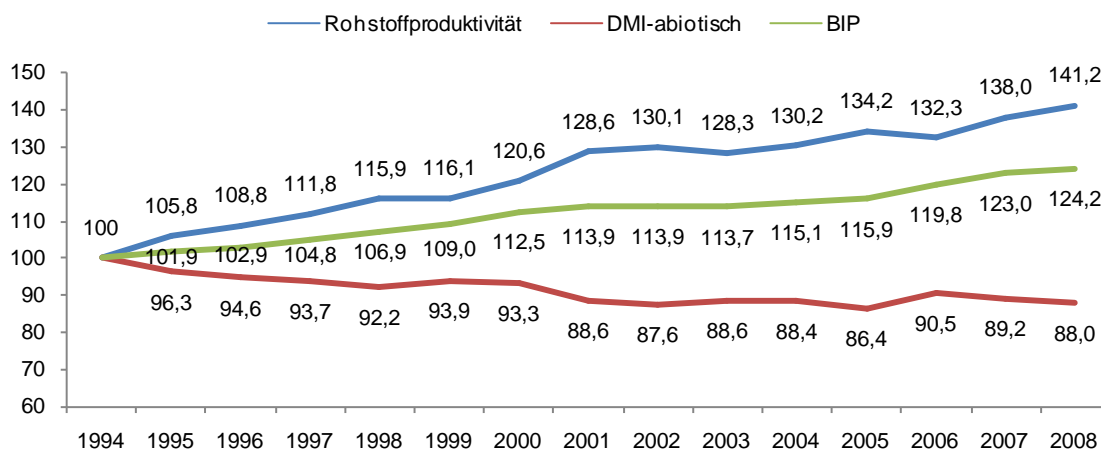


Abb. 17: Rohstoffproduktivität, 1994-2008 in Deutschland
(Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010e; eigene Darstellung)

Die Abb. 17 zeigt die Entwicklung der *Rohstoffproduktivität* sowie die der Teilindikatoren *DMI-abiotisch* und *BIP*, normiert auf das Jahr 1994. Naturgemäß ergibt sich der Trend der *Rohstoffproduktivität* aus der Überlagerung der Trends des Output- und Input-Indikators. Die *Rohstoffproduktivität* steigt, wenn das *BIP* steigt und/oder der *DMI-abiotisch* fällt und entsprechend umgekehrt.

Insgesamt stieg die *Rohstoffproduktivität* im Zeitraum von 1994 bis 2008 um insgesamt 41,2%. Dabei fand die Produktivitätssteigerung vor allem in den Jahren 1994 bis 2002 statt. Sie lag in diesem Zeitraum bei 30,1% und wies einen stetig steigenden Verlauf auf. Dabei speiste sich diese Verbesserung relativ gleichmäßig aus beiden Teilindikatoren. Das *BIP* war um 13,9% gestiegen und der *DMI-abiotisch* um 12,4% gefallen. Es herrschten also gleichzeitig ein wirtschaftlicher Aufschwung und ein abnehmender Materialeinsatz. Man spricht hier deswegen von einer „absoluten Entkopplung“ des Wirtschaftswachstums vom Materialeinsatz.

In den darauffolgenden Jahren von 2003 bis 2006 änderte sich das: Die *Rohstoffproduktivität* stieg zwar insgesamt leicht um 2,2 Prozentpunkte auf 132,3% an, stützte sich dabei aber allein auf das Wachstum des *BIP*. Dieses erhöhte sich um insgesamt 5,9 Prozentpunkte auf 119,8%, während der *DMI-abiotisch* diesmal ebenfalls anstieg. Dieser Anstieg betrug insgesamt 2,9 Prozentpunkte und führte dazu, dass der *DMI-abiotisch* im Jahr 2006 90,5% betrug. Das bedeutet, dass für diesen Zeitraum nur eine „relative Entkopplung“ vorlag.

lung“ bescheinigt werden kann, da die *Rohstoffproduktivität* zwar gestiegen ist, gleichzeitig aber auch der Materialeinsatz.

In den letzten beiden Jahren drehte sich der Trend beim *DMI-abiotisch* allerdings wieder. Im Vergleich zu 2006 liegt er 2008 um insgesamt 2,5 Prozentpunkte niedriger bei 88,0%. Gleichzeitig stieg das *BIP* in dieser Zeit um insgesamt 4,4 Prozentpunkte auf 124,2%. Das führt zu einer Erhöhung der *Rohstoffproduktivität* um 8,9 Prozentpunkte auf 141,2%. Es fand in diesen Jahren also wieder eine „absolute Entkopplung“ statt, die sich allerdings deutlich stärker auf das *BIP* stützte.

Diese sich stärker auf das *BIP* stützende „absolute Entkopplung“ kann auch für die Gesamtbetrachtung des Zeitraums von 1994 bis 2008 bescheinigt werden. Das *BIP* wuchs um insgesamt 24,2%, während der *DMI-abiotisch* „nur“ um 12,0% zurück ging. Besonders hervorzuheben ist dabei, dass sich der *DMI-abiotisch* seit 2002 nicht mehr verringert hat, sondern im Gegenteil, bis 2008 sogar um 0,4 Prozentpunkte leicht zulegt hat.

Nun hat sich die Bundesregierung das Ziel einer Verdopplung der *Rohstoffproduktivität* bis 2020 im Vergleich zu 1994 gesetzt (siehe Kapitel 4). Deswegen soll hier nun kurz der Frage nachgegangen werden, ob die bisherige Entwicklung ausreichend ist, um dieses Ziel zu erreichen. Grundsätzlich gilt es dafür zunächst festzustellen, welcher Zielpfad als Referenz zum Vergleich eingesetzt werden kann. Nun hat die Bundesregierung keinen „offiziellen“ Zielpfad definiert. Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten einen solchen festzulegen, und zwar entweder über den Einsatz des arithmetischen oder des geometrischen Mittels. Das arithmetische Mittel nimmt eine konstante absolute Zunahme über die Zeit an, wohingegen das geometrische Mittel eine konstante prozentuale Zunahme unterstellt. Für das geometrische Mittel heißt dies, dass die absolute Zunahme über die Zeit stetig ansteigen muss. Im Umkehrschluss bedeutet die Verwendung des arithmetischen Mittels, dass die prozentuale Zunahme im Vergleich zum Vorjahr stetig abnimmt. „In Deutschland hat sich das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit bzgl. des Soll-Ist-Vergleichs für die umweltbezogenen Nachhaltigkeitsindikatoren eindeutig für die Verwendung des arithmetischen Mittels ausgesprochen“ (Seibel 2006). Deswegen wird hier der Soll-Ist-Vergleich auf Grundlage des arithmetischen Zielpfades vorgenommen. Für das Verdopplungsziel der *Rohstoffproduktivität* von 1994 bis 2020 ergibt dies eine konstante Steigerung um 3,8 Prozentpunkte pro Jahr ($100/26 = 3,8$).

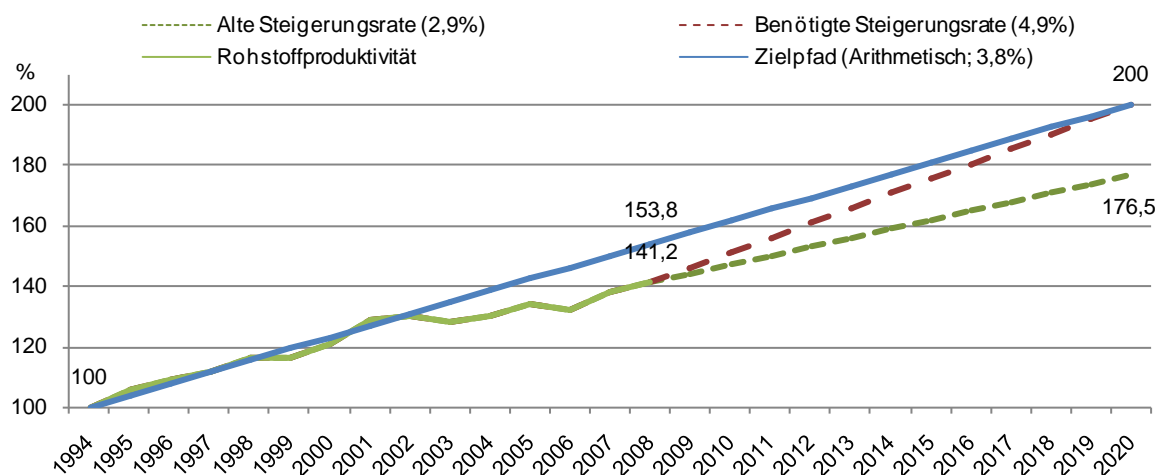


Abb. 18: Zielpfad der Rohstoffproduktivität
(Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010e; eigene Darstellung)

Abb. 18 zeigt, dass Deutschland inzwischen deutlich unter dem arithmetischen Zielpfad liegen. Laut diesem Zielpfad sollte durch eine jährliche Steigerung von 3,8 Prozentpunkten ausgehend vom Basisjahr 1994 die *Rohstoffproduktivität* im Jahr 2008 bei 153,8% liegen. Sie liegt aber mit 141,2% insgesamt 12,6 Prozentpunkte zu niedrig. Das entspricht einer durchschnittlich um 23,5% zu geringen Steigerung in diesem Zeitraum. Diese lag statt bei 3,8 Prozentpunkten pro Jahr nur bei 2,9 Prozentpunkten. Würde diese zu geringe jährliche Steigerungsrate beibehalten so würde die angestrebte Verdopplung um eben jene 23,5% verfehlt werden. Um das Ziel noch zu erreichen müsste die jährliche Steigerung in den verbleibenden Jahren auf 4,9 Prozentpunkte pro Jahr steigen, also 2 Prozentpunkte (oder 66,5%) höher liegen als bisher.

Auffällig beim Soll-Ist-Vergleich ist, dass bis zum Jahr 2002 der Zielpfad beinahe exakt mit der tatsächlichen Entwicklung übereinstimmt. Genau in diesem Jahr wurde die Nachhaltigkeitsstrategie mit dem Verdopplungsziel für die *Rohstoffproduktivität* eingeführt. Nun würde man meinen, dass diese zu einem verstärkten Einsatz zur Verbesserung der *Rohstoffproduktivität* führen würde. Jedoch lässt sich genau das Gegenteil beobachten: In den Jahren 2003 bis 2006 liegt die jährliche Steigerungsrate bei nur noch 0,6 Prozentpunkten und sorgt damit zu einem deutlichen Abweichen vom Zielpfad nach unten. Zum einen lässt dies vermuten, dass die Festlegung des Verdopplungsziels auf der bereits stattgefundenen Entwicklung der Jahre 1994 bis 2002 beruhte. Man kann dabei zumindest anzweifeln, ob das eine besonders ehrgeizige Zielsetzung war. Zum anderen könnte es sein, dass auf Grund der sich scheinbar auf Kurs befindenden Steigerung der *Rohstoffproduktivität* auf neue Maßnahmen, die eine Verbesserung der Produktivität bewirken würden verzichtet wurde. Nun ist ab 2007 jedoch wieder ein Anziehen zu beobachten. In 2007 und 2008 wurde im Schnitt eine Steigerung um 4,4 Prozentpunkte erreicht. Allerdings wurde bereits oben festgestellt, dass sich diese Steigerung vor allem auf das *BIP* stützte.

Trotzdem scheint zumindest der kurzfristige Trend (2007-2008) wieder in die richtige Richtung zu zeigen. Es ist aber fraglich ob dieser kurzfristige Trend auch langfristig Bestand hat. Zudem liegen auch diese Steigerungsraten immer noch unter den 4,9 Prozentpunkten, die inzwischen die Erreichung des Verdopplung-Ziels benötigt würden. Soll dieses also erreicht werden, sind stärkere Anstrengungen von Nöten.

4.3 Bewertung

Bei der Betrachtung und Interpretation der *Rohstoffproduktivität* muss beachtet werden, dass nicht allein der Materialeinsatz dargestellt wird, sondern durch die Produktivität ebenfalls die Entwicklung des *BIP* mit einbezogen wird. Dadurch besteht die Gefahr, dass die wirtschaftliche Entwicklung tatsächliche die Entwicklung des Materialeinsatzes „verschleiert“. So ist es möglich, dass der Materialeinsatz steigt, sich der Zustand also verschlechtert, die *Rohstoffproduktivität* jedoch eine Verbesserung anzeigt, weil das *BIP* in derselben Zeit noch stärker gestiegen ist. Tritt dieser Fall ein spricht man von einer „relativen Entkopplung“ des *BIP* vom *DMI-abiotisch*. Sinkt hingegen der *DMI-abiotisch* bei gleichzeitig steigendem *BIP*, so spricht man von einer „absoluten Entkopplung“.

Wie die oben dargestellten Ergebnisse gezeigt haben liegt in Deutschland über den Zeitraum von 1994 bis 2008 eine „absolute Entkopplung“ vor, die sich allerdings zu etwa 2/3 auf die Erhöhung des *BIP* und nur zu etwa 1/3 auf einen sinkenden Materialeinsatz stützte. Außerdem ist ebenfalls zu erkennen, dass seit 2002 kein Rückgang des *DMI-abiotisch* mehr stattfindet. Man könnte argumentieren, dass der Indikator sich allein auf den Materialeinsatz beschränken sollte, weil es für die Umwelt eher unerheblich ist, ob – durch den sie verschmutzenden Ressourceneinsatz – viele oder wenige Güter erzeugt wurden und die Nachhaltigkeitsgrenzen sich nicht durch eine höhere Wirtschaftsleistung verschieben. Andererseits bewegen wir uns auf dem Feld der Nachhaltigkeit auch unbestreitbar auf einem Gebiet, auf dem Interessen gegeneinander abgewogen werden müssen, z.B. zwischen Konsumwünschen und einer intakten Natur. Auch ist die Idee der Produktivitätssteigerung leichter vermittelbar als die Idee einer alleinigen Senkung des Materialeinsatzes, die von Vielen gleich als Verzicht interpretiert wird und so zu enormen Abwehrreaktionen führt. Unter anderem durch den „Faktor 4“ bzw. „Faktor 5“ Ansatz, ist die Steigerung der Produktivität im Gegensatz dazu gut etabliert und wird von der Politik, der breiten Öffentlichkeit und vor allem auch der Wirtschaft deutlich positiver aufgenommen. Hier schwingt eher der Gedanke einer „Win-Win-Situation“ mit, weil durch den sinkenden Materialverbrauch zum einen die Umwelt entlastet werden kann, zum anderen aber auch die Kosten gesenkt werden. In einer Veröffentlichung von Fischer-Kowalski und Swilling ist sogar die Rede von einer dreifachen „Win-Win-Win-Situation“ (Fischer-Kowalski, Swilling 2011, S. 110), da zusätzlich noch neue Jobs im Green-Tech-Bereich entstünden.

Ein weiterer Schwachpunkt, der bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden muss, ist der, dass angezeigte Produktivitätssteigerungen möglicherweise nicht durch einen effizienteren Umgang mit den Ressourcen zu Stande kamen, sondern allein auf der Verschiebung der Wirtschaftsstruktur, weg von materialintensiven hin zu weniger materialintensiven Branchen, beruhen. Eine grobe Abschätzung, welche Faktoren für die Veränderung eines Indikators verantwortlich sind, lässt sich durch die Dekompositionsanalyse errechnen. Eine solche wurde für den Primärmaterialeinsatz für den Zeitraum 1995 bis 2001 in der UGR-Online-Publikation „Nutzung von Daten der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen für die Berichterstattung und Analyse im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie“ (Seibel 2006) veröffentlicht. Dabei wird der Gesamteffekt, nämlich ein Rückgang des Primärmaterialeinsatzes von 134 Mio. t, in drei Effekte unterteilt (Abb. 19).¹⁰ Der erste Effekt ist der, der sich aus der Veränderung der Materialintensität ergibt. Dabei stellt die Materialintensität den Kehrwert der Materialproduktivität dar; eine geringere Materialintensität spricht also für eine Produktivitätssteigerung. Der zweite Effekt ist der durch das wirtschaftliche Wachstum ausgelöste zusätzliche Materialbedarf. Der dritte Effekt besteht schließlich aus der Veränderung der Wirtschaftsstruktur, also inwiefern sich die Zusammensetzung nach Wirtschaftsbranchen verändert hat.

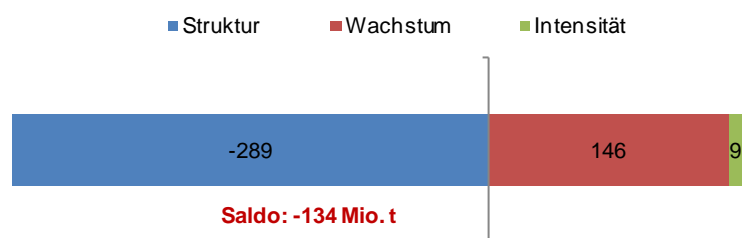


Abb. 19: Ergebnisse der Dekompositionsanalyse des deutschen Primärmaterialeinsatzes, 1995-2001 (Quelle: Seibel 2006; eigene Darstellung)

Interessanterweise ergab die Dekompositionsanalyse, dass die Minderung komplett auf den dritten Effekt zurückzuführen war. Die Strukturverschiebung der Wirtschaft sorgte dafür, dass 2001 allein auf Grund dieser Verschiebung 289 Mio. t Primärmaterial weniger eingesetzt werden mussten als noch 1995. Das wirtschaftliche Wachstum sorgte im Gegensatz dazu dafür, dass 146 Mio. t mehr eingesetzt wurden. Schließlich bleibt noch der Intensitätseffekt, also ob die einzelnen Branchen eine geringere Materialintensität aufwiesen. Dieser ist, wenn auch nur leicht mit 9 Mio. t, positiv. Das bedeutet, dass sich anders als vielleicht erwartet die Produktivität der einzelnen Sektoren in diesem Zeitraum im Mittel nicht verbessert hat, sondern im Gegenteil, sogar etwas schlechter geworden ist. Ein Rückgang des Materialeinsatzes ist also nicht immer gleichzusetzen mit einer wirklichen

¹⁰ Zur genauen Berechnung siehe Seibel 2006, S.37ff

Produktivitätssteigerung in den einzelnen Branchen, sondern möglicherweise einer anderen Zusammensetzung der Wirtschaft geschuldet.

Als Hauptkritikpunkt an der *Rohstoffproduktivität* lässt sich allerdings ihre Eingrenzung auf die abiotischen, verwerteten Ressourcen festhalten. Die Bundesregierung begründet diese Eingrenzung damit, dass „Rohstoffe, die wir heute verbrauchen, künftigen Generationen nicht mehr zur Verfügung“ stehen. Deswegen stelle „die sparsame und effiziente Nutzung knapper Ressourcen [...] einen Schlüssel zu einer nachhaltigen Entwicklung dar.“ (Bundesregierung 2002, S. 93) Diese Verengung auf die „knappen“ Ressourcen und deren Erschöpfung führte zu einem Ausschluss der biotischen und nichtverwerteten Materialien. Nun ist die „Knappheit“ bzw. Erschöpfung zwar ohne Frage ein wichtiger Bereich der Auswirkungen des Ressourceneinsatzes, jedoch längst nicht der einzige.

Bislang ebenfalls nicht durch die *Rohstoffproduktivität* erfasst werden die sogenannten indirekten Materialflüsse der Importe. Hier lag der angegebene Grund der Nichtberücksichtigung darin, dass Daten zu diesen Materialflüssen nicht in ausreichender Qualität vorlagen. So werden diese indirekten Materialflüsse der Importe (und Exporte) bislang nicht in den Materialflussrechnungen des Statistischen Bundesamtes erfasst. Inzwischen liegen jedoch neue Berechnungsmöglichkeiten vor, die eine Neubewertung der Entscheidung bezüglich einer Integration in den Nachhaltigkeitsindikator nötig machen. Es gibt zudem die Alternative statt des Einsatzes an Materialien deren Verbrauch auszuweisen. Schließlich besteht noch die Möglichkeit, das Gewicht der Materialflüsse in deren Umweltauswirkungen umzurechnen und diese auszuweisen.

Hier wird nun der Frage nachgegangen, ob durch die Integration dieser Materialflüsse bzw. Aspekte in die *Rohstoffproduktivität* ein aussagekräftigerer Nachhaltigkeitsindikator, eine *Erweiterte Rohstoffproduktivität*, entsteht und ob die dafür benötigten Daten vorliegen. Dazu werden im nachfolgenden Kapitel „Mögliche Erweiterungen der *Rohstoffproduktivität*“ nacheinander die verschiedene Erweiterungen am Einsatz-Indikator *DMI-abiotisch* der *Rohstoffproduktivität* vorgenommen und die daraus entstehenden Indikatoren und deren Ergebnisse vorgestellt. Im darauffolgenden Kapitel 6 wird dann diskutiert inwiefern sich die verschiedenen Erweiterungen für einen Einsatz im Nachhaltigkeitsindikator eignen.

5 Mögliche Erweiterungen der „Rohstoffproduktivität“

In diesem Kapitel sollen nun verschiedene mögliche Erweiterungen an dem Input-Indikator der *Rohstoffproduktivität*, dem *DMI-abiotisch*, untersucht werden. Dabei zeigt Tab. 1 als Übersicht welche verschiedenen Materialflüsse zum Materialeinsatz hinzugefügt werden könnten und welche Indikatoren sich daraus ergeben, sowie in welchem Kapitel dieser Arbeit diese vorgestellt werden.

Tab. 1: Übersicht über darstellbare Einsatz-Indikatoren (eigene Darstellung)

Materialflüsse		Indikator	Kapitel
Verwertete inländische abiotische Entnahme und Einfuhr	direkt	<i>DMI-abiotisch</i>	4
+ Verwertete inländische biotische Entnahme und Einfuhr		<i>DMI</i>	5.1
+ Nichtverwertete inländische Entnahme	indirekt	<i>TMI</i>	5.2
+ Einfuhr von Rohstoffäquivalenten		<i>TMI-RÄ</i>	5.3

Eine wichtige, bisher von der *Rohstoffproduktivität* ausgeschlossene, Gruppe sind die biotischen Materialien. Wie sich die Ergebnisse des Materialeinsatzes verändern, wenn die biotischen Materialien mit eingeschlossen werden, wird in Kapitel 5.1 vorgestellt. Auch die nichtverwertete inländische Entnahme wird bislang nicht eingerechnet. Ein Indikator, der diese enthält, wird in 5.2 präsentiert. Während die Daten zu diesen Erweiterungen direkt aus den bereits bestehenden Veröffentlichungen des Statistisches Bundesamtes im Rahmen der MFA entnommen werden können sind Daten zu den Rohstoffäquivalente bislang noch nicht in die jährliche Berichterstattung des Statistischen Bundesamt integriert. Ob und wie man diese berechnen kann und welche Ergebnisse dabei herauskommen wird in Kapitel 5.3 vorgestellt.

Tab. 2: Übersicht über darstellbare Verbrauchs-Indikatoren (eigene Darstellung)

Materialflüsse		Indikator	Kapitel
Verwertete inländische abiotische Entnahme und Einfuhr	direkt	<i>DMI-abiotisch</i>	5.4
- Ausfuhr abiotischer Waren		<i>DMC-abiotisch</i>	
+ Verwertete inländische biotische Entnahme und Einfuhr		<i>DMC</i>	
- Ausfuhr biotischer Waren			
+ Nichtverwertete inländische Entnahme	indirekt	<i>TMC*</i>	
+ Einfuhr von Rohstoffäquivalenten		<i>TMC*-RÄ</i>	
- Ausfuhr von Rohstoffäquivalenten			

Bei allen bisher genannten Indikatoren handelt es sich um Einsatz-Indikatoren. Man kann jedoch auch Verbrauchs-Indikatoren erstellen. Diese unterscheiden sich von den Einsatz-Indikatoren dadurch, dass von den jeweils inbegriffenen Materialflüssen die exportierten Materialflüsse abgezogen werden. Tab. 2 zeigt, wieder ausgehend vom *DMI-abiotisch*, welche Indikatoren dargestellt werden können. Vorgestellt werden diese Indikatoren in Kapitel 5.4.1. Da sich diese Verbrauchs-Indikatoren allein durch den Abzug der Exporte

von ihren Pendants bei den Einsatz-Indikatoren unterscheiden reicht es aus diese in einem einzelnen Kapitel gemeinsam vorzustellen.

Als letzte potenzielle Weiterentwicklung wird schließlich die Möglichkeit vorgestellt, die bislang allein in Gewichtseinheiten angegebenen Ressourcen-Indikatoren in ihre Umweltauswirkungen umzurechnen. Ausgewählt wurde dazu der Indikator *Environmentally-weighted Material Consumption (EMC)*, der ein Verbrauchs-Indikator ist und grundsätzlich auf dem *DMC* beruht. Welche Methodik hinter dem *EMC* steht und welche Ergebnisse sich daraus ergeben wird in Kapitel 5.5 vorgestellt.

In Kapitel 0 werden schließlich die Ergebnisse der verschiedenen Indikatoren miteinander verglichen, und zwar getrennt nach Einsatz- und Verbrauchs-Indikatoren

5.1 Direct Material Input (DMI) – Was ist mit den biotischen Rohstoffen?

Aus den Daten der Materialflussrechnungen (MFA) lässt sich unmittelbar der *Direct Material Input (DMI)*, also der „direkte Materialeinsatz“ errechnen. Dieser drückt aus, wie viel direktes Primärmaterial für die deutsche Produktion insgesamt eingesetzt wurde. Der Zusatz „direkt“ zeigt an, dass die indirekten Materialflüsse – also die nichtverwertete Entnahme und die indirekten Materialflüsse der Importe – nicht erfasst werden. Es werden aber, im Unterschied zum Teil-Indikator *DMI-abiotisch* der *Rohstoffproduktivität* (siehe Kapitel 4), die biotischen Materialien berücksichtigt. Dabei können die eingesetzten Materialien entweder in Infrastruktur und Gebäuden akkumuliert worden sein oder aber sie wurden nach der kurzfristigen Nutzung direkt an die Umwelt abgegeben. Der *DMI* besteht aus den Posten *Verwertete inländische Entnahme* und der *Einfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad*. In Kapitel 5.1.1 wird die Methodik des *DMI* zusammengefasst vorgestellt. Dabei wird zunächst eine Definition gegeben, bevor auf die Zusammensetzung des Indikators kurz eingegangen wird und die benutzten Datenquellen benannt werden. In Kapitel 5.1.2 werden dann die Ergebnisse des *DMI* präsentiert.

5.1.1 Methodik

Eine mögliche Definition des *Direct Material Inputs (DMI)* lautet:

„Der direkte Material Input (DMI) einer Ökonomie leistet eine quantitative Darstellung der Menge an Material, die für die inländische Produktion bestimmt ist.“ (Schütz, Bringezu 2008, S. 84)

Der *DMI* setzt sich allein aus Daten der MFA zusammen. Es werden die Posten *Verwertete inländische Entnahme* (siehe Kapitel 3.3.1) und *Einfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad* (siehe Kapitel 3.3.2) zusammengerechnet. Die Daten dazu werden vom Statis-

tischen Bundesamt in der Publikation „Umweltnutzung und Wirtschaft“ veröffentlicht (Statistisches Bundesamt 2010g).

Tab. 3: Komponenten des DMI (eigene Darstellung)

Komponente	Quelle
Verwertete inländische Entnahme	(Statistisches Bundesamt 2010g)
Einfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad	(Statistisches Bundesamt 2010g)

5.1.2 Ergebnisse

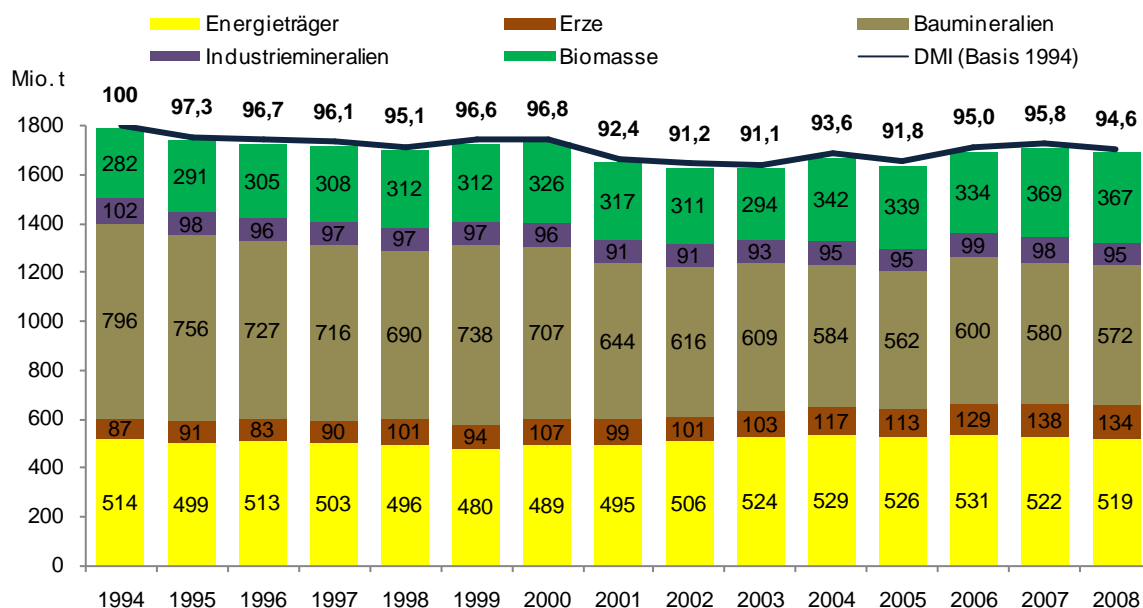


Abb. 20: DMI, 1994-2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Der *DMI* (Abb. 20) unterscheidet sich von dem in Abschnitt 4 vorgestellten *DMI-abiotisch* allein durch die Berücksichtigung des biotischen Primärmaterials, sowohl bei der Entnahme als auch bei der Einfuhr. Die Entnahme und die Einfuhr des biotischen Materials wurde bereits im Rahmen der MFA in den Kapiteln 3.3.1 und 3.3.2 vorgestellt. Dort wurde festgestellt, dass sowohl die Entnahme als auch der Import von Biomasse deutlich gestiegen sind. Addiert man diese auf, so ist der Einsatz von Biomasse seit 1994 um 30,2% (85 Mio. t) von 282 Mio. t auf 367 Mio. t gestiegen. Dies sorgte dafür, dass der Rückgang beim *DMI* deutlich geringer ausfiel als beim *DMI-abiotisch*. Im Vergleich zu 1994 lag der *DMI* im Jahr 2008 um 5,4% unter dem Wert von 1994 und damit deutlich höher als beim *DMI-abiotisch*, der 12,0% verlor. Dabei wird der tiefste Wert beim *DMI* im Jahr 2003 mit 91,1% erreicht. Danach ist wieder ein steigender Trend zu beobachten. So lag der *DMI* im Jahr 2008 wieder um 3,4 Prozentpunkte höher bei 94,6%.

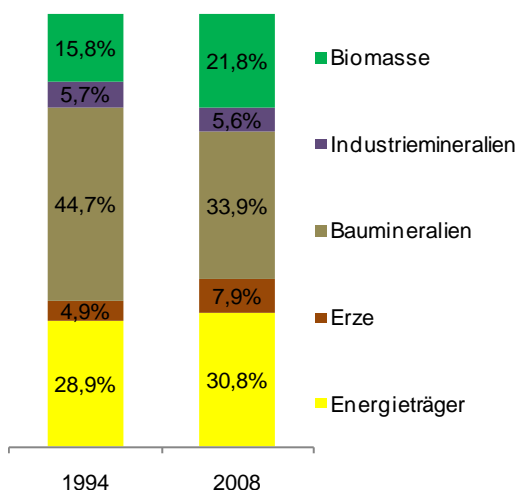


Abb. 21: Aufteilung des DMI-abiotisch
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Der gegenläufige Trend der Biomasse im Vergleich zum abiotischen Materialeinsatz sorgte außerdem dafür, dass der Anteil der Biomasse am *DMI* um 6,0 Prozentpunkte von 15,8% (1994) auf 21,8% (2008) zulegte (Abb. 21). Die Anteile der abiotischen Materialien gehen durch die Miteinbeziehung der Biomasse natürlich zurück, unterscheiden sich aber ansonsten in ihrer absoluten Entwicklung und ihrem Verhältnis untereinander nicht von den in Abschnitt 4.2 für den *DMI-abiotisch* bereits gezeigten Ergebnissen. Die Baumineralien sind im Jahr 2008 weiterhin

die stärkste Gruppe mit einem Anteil von 33,9%, die Energieträger folgen auf dem zweiten Rang mit 30,8%. Auf Rang drei liegt nun die Biomasse mit 21,8%. Es folgen die Erze mit 7,9% und die Industriemineralien mit 5,6%.

Ein weiterer interessanter Punkt ist die Betrachtung der Importabhängigkeit, also das Verhältnis von inländischer verwerteter Entnahme und Einfuhr. In Abb. 22 ist die Importabhängigkeit für das Jahr 2008 aufgeteilt in die einzelnen Materialgruppen dargestellt.

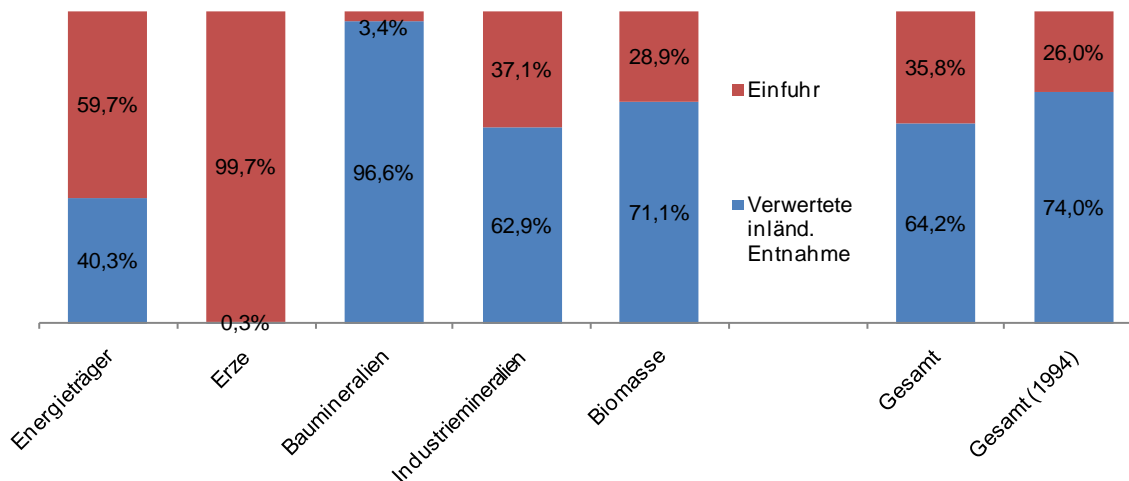


Abb. 22: Importabhängigkeit laut DMI, 2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Außerdem ist die über alle Materialgruppen aggregierte Importabhängigkeit für die Jahre 2008 und 1994 auf der rechten Seite des Schaubildes eingetragen. Diese zeigen zum einen dass im Jahr 2008 etwa 2/3 des direkten Materialeinsatzes durch die inländische Entnahme gedeckt wurde, und zum anderen, dass dieser Anteil seit 1994 deutlich zurückgegangen ist. Während 1994 noch 74,0% des inländischen direkten Materialeinsatzes in Deutschland entnommen wurde, fiel dieser Anteil bis 2008 um 9,8% auf 64,2%. Bei der

Aufteilung in die einzelnen Materialgruppen wird deutlich, dass vor allem bei den Erzen mit 99,7% eine fast komplette Importabhängigkeit besteht. Aber auch bei den fossilen Energieträgern werden rund 60% importiert. Bei den Industriemineralien sind es 36,9%, bei der Biomasse 28,9%. Allein bei den Baumineralien besteht eine sehr geringe Importabhängigkeit. Hier werden nur 3,4% des Materialeinsatzes importiert.

5.2 Total Material Input (TMI) – Was ist mit der nichtverwerteten inländischen Entnahme?

In den bisher vorgestellten Indikatoren fehlte bislang immer ein großer Posten des Materialkontos, nämlich die nichtverwertete inländische Entnahme. Sie ist ein Teil der schon erwähnten indirekten Materialflüsse und ist dadurch gekennzeichnet, dass ihr kein direkter wirtschaftlicher Gegenwert gegenüber steht, sie jedoch auf Grund von wirtschaftlichen Aktivitäten entnommen und „bewegt“ wurde. Dabei kann es sich z.B. um Abraum bei der Förderung von Rohstoffen, Baggergut oder nichtverwertete Biomasse handeln. Der hier vorgestellte Indikator *Total Material Input (TMI)*, ins Deutsche als „Gesamtmaterialeinsatz“ übersetzbar, beinhaltet nun eben jene nichtverwertete inländische Entnahme.

5.2.1 Methodik

Eine mögliche Definition des Total Material Input (*TMI*) lautet:

Der Total Material Input (TMI) beinhaltet zusätzlich zum DMI die nichtverwertete inländische Entnahme. Diese ist dadurch gekennzeichnet, dass sie zwar auf Grund von wirtschaftlichen Aktivitäten entnommen, aber nicht in der Produktion oder für den Konsum eingesetzt wurde (Abraum von Bergbau, etc.) (European Communities 2001, S. 35).

Die nichtverwertete Entnahme wird jährlich durch das Statistische Bundesamt in der Reihe „Umweltnutzung und Wirtschaft“ veröffentlicht (Statistisches Bundesamt 2010g). Diese wird zum *DMI*, der aus der „Verwerteten inländischen Entnahme“ und der „Einfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad“ besteht, hinzuaddiert.

Tab. 4: Komponenten des TMI (eigene Darstellung)

Komponente	Quelle
Verwertete inländische Entnahme	(Statistisches Bundesamt 2010g)
Einfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad	(Statistisches Bundesamt 2010g)
Nichtverwertete inländische Entnahme	(Statistisches Bundesamt 2010g)

5.2.2 Ergebnisse

Die Entwicklung der nichtverwerteten inländischen Entnahme wurde bereits in Kapitel 3.3.4 vorgestellt. Wie dort schon erwähnt wurde, ist diese der mengenmäßig größte Posten der hier betrachteten Materialflüsse des Materialkontos. 2008 wurde eine nichtverwer-

tete Entnahme von insgesamt 2.229 Mio. t ausgewiesen. Zum Vergleich: Der gesamte *DMI* betrug im gleichen Jahr 1687 Mio. t. Es ist also klar ersichtlich, dass die nichtverwertete Entnahme und deren Entwicklung ein beachtliches Gewicht haben werden.

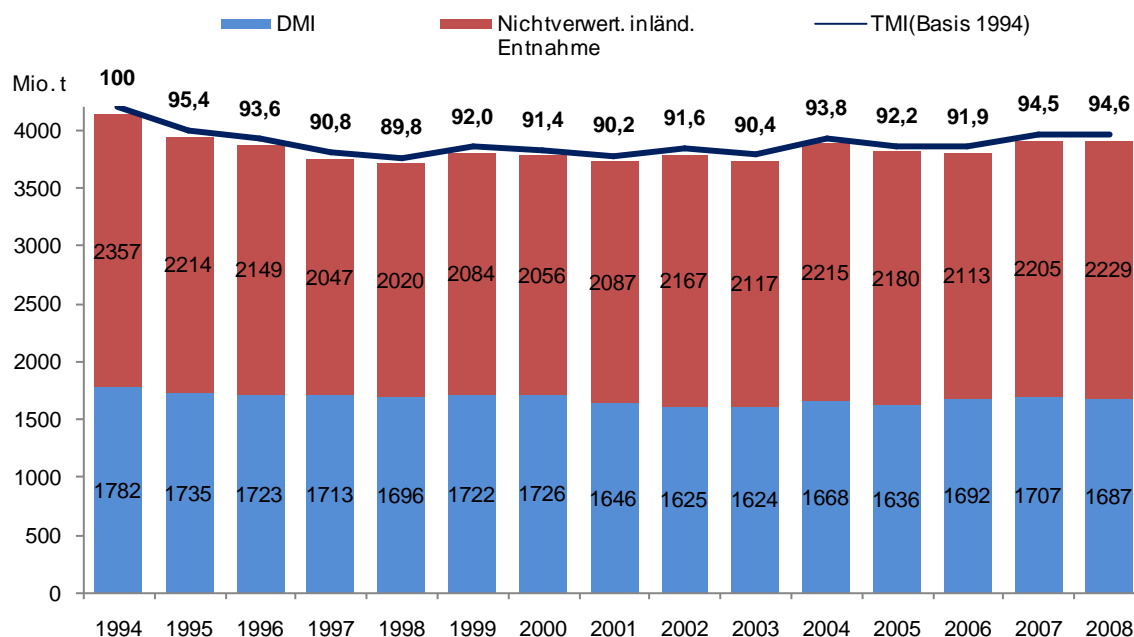


Abb. 23: TMI, 1994-2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Die Entwicklung des TMI ist in Abb. 23 zu sehen. Der Anteil der nichtverwerteten Entnahme am *TMI* lag bei 56,9%, und zwar sowohl im Jahr 1994 als auch im Jahr 2008. Diese Übereinstimmung lässt auch direkt darauf schließen, dass die prozentuale Änderung der beiden Komponenten, also des *DMI* und der nichtverwerteten inländischen Entnahme, im Vergleich von 1994 und 2008 sehr ähnlich sein muss. Dies bestätigt sich: Der *DMI* (siehe Kapitel 5.1.2) fiel auf 94,6%; die nichtverwertete inländische Entnahme auf 94,5%. Zusammengerechnet ergibt sich für den *TMI* eine Minderung auf 94,6%. Er fiel um 223 Mio. t (5,4%) von 4.139 Mio. t auf 3.916 Mio. t. Grundsätzlich setzt sich beim *TMI* ansonsten der schon bei der nichtverwerteten Entnahme betrachtete Trend durch, dass bis 1998 eine klar fallende Tendenz vorliegt. Bis dahin fällt er stetig bis auf 89,8%. Danach lässt sich kein eindeutiger Trend mehr ausmachen, tendenziell liegt aber eher eine Erhöhung vor. So liegt er 2008 mit 94,6% wieder 5,8 Prozentpunkte höher als 1998.

5.3 Die Rohstoffäquivalente (RÄ) – Für welchen Ressourceneinsatz ist Deutschland weltweit verantwortlich?

Wie in den vorherigen Kapiteln zu sehen war, machen die Importe einen beachtlichen Teil des Materialeinsatzes aus und haben in den vergangenen Jahren noch an Bedeutung gewonnen. Gerade bei bestimmten Materialgruppen, insbesondere bei den Erzen und Energieträgern, ist die Importabhängigkeit gewaltig. In den bisher vorgestellten Indikato-

ren werden diese Importe allein in den nach Deutschland eingeführten Tonnen der Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren gemessen und nach dem Schwerpunktprinzip (überwiegende Materialart) den entsprechenden Materialien zugeteilt. So ist zwar ersichtlich, dass die Importe deutlich stiegen und dies vor allem getragen war vom verstärkten Import von Fertigwaren. Es wird aber völlig außer Acht gelassen, dass zur Förderung und Produktion der Importe in den exportierenden Ländern ebenfalls ein enormer Materialeinsatz notwendig war. Beispiele hierfür sind die für die zur Produktion der Importe eingesetzten Energieträger oder aber die Tatsache, dass „bei der Umwandlung von Eisenerz in Roheisen rund 80% des ursprünglichen Gewichts verloren“ (Buyny et al. 2009, S. 12) gehen. Dasselbe gilt natürlich auch für die Exporte: Denn auch bei ihnen wird bislang nur das tatsächliche Gewicht der exportierten Güter ausgewiesen, nicht aber welcher Materialeinsatz nötig war, um sie herzustellen.

Es dreht sich hier also um den anderen Bestandteil der schon erwähnten indirekten Materialflüsse, nämlich um die indirekten Materialflüsse der Importe und Exporte. Durch diese lässt sich untersuchen, für welchen Materialeinsatz ein Land global „verantwortlich“ ist, und kann besser festgestellt werden, inwiefern das bekannte Problem des „burden-shifting“, also die Verlagerung von Umweltverschmutzung aus den wohlhabenden Ländern in die ärmeren Länder, stattfindet. Dabei kann zwischen zwei Bestandteilen der indirekten Materialflüsse der Im- und Exporte unterschieden werden. Der eine Teil sind die „indirekten verwerteten Materialflüsse der Im- und Exporte“. Diese werden auch als „Rohstoffäquivalente“ (RÄ) (Raw Material Equivalents (RME)) bezeichnet. Der andere Teil sind die „indirekten nichtverwerteten Materialflüsse der Im- und Exporte“, also die mit den Im- und Exporten assoziierten nichtverwerteten Entnahmen. Hier werden nun die Methodik und die daraus entstandenen Ergebnisse des gemeinsamen Projekts des Umweltbundesamtes und des Statistischen Bundesamtes zur Berechnung der Ressourcenäquivalente der Im- und Exporte mit dem Titel „Verbesserung von *Rohstoffproduktivität* und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“ vorgestellt. Der Endbericht zu diesem Projekt wurde im August 2009 veröffentlicht (Buyny et al. 2009). Allerdings werden durch diesen Ansatz „nur“ die Rohstoffäquivalente und nicht die nichtverwertete Entnahme der Im- und Exporte berechnet, weil die Datenqualität für die nichtverwertete Entnahme international als zu schlecht eingeschätzt wurde (Buyny et al. 2009, S. 73).

5.3.1 Methodik

Eine mögliche Definition der Rohstoffäquivalente lautet:

„Rohstoffäquivalente berücksichtigen nicht das tatsächliche Gewicht der importierten Güter, sondern sie umfassen den so genannten direkten und indirekten Rohstoffeinsatz, d.h. das Gewicht aller zur Produktion der importierten Güter über die gesamte Produktionskette hinweg eingesetzten Rohstoffe wird einbezogen. Berücksichtigt werden, wie beim DMI in tatsächlichen Gewichten, nur die verwerteten Rohstoffe, nicht aber die nicht verwerteten Bestandteile, wie z.B. Abraum“ (Buyny et al. 2009, S. 13).

Die genaue Methodik zur Berechnung der Rohstoffäquivalente ist zu komplex, um sie vollständig in dieser Arbeit vorzustellen. Dies wäre zudem auch nur eine reine Wiedergabe der ursprünglichen Publikation des Statistischen Bundesamtes. Deswegen werden hier nur die Grundzüge vorgestellt um ein Verständnis der Vorgehensweise und ihrer Stärken und Schwächen zu ermöglichen.¹¹ Einen stark verkürzten Überblick über die Berechnungsmethode der Importe liefert Abb. 24. Die Berechnung der Exporte läuft prinzipiell nach demselben Schema ab. Die Methodik wird für eine bessere Verständlichkeit vom Autor dieser Arbeit in sechs Schritte zusammengefasst. Diese haben nicht den Anspruch die Berechnungsweise vollständig wiederzugeben, sondern sollen nur ein Verständnis für die angewandten Methoden ermöglichen.

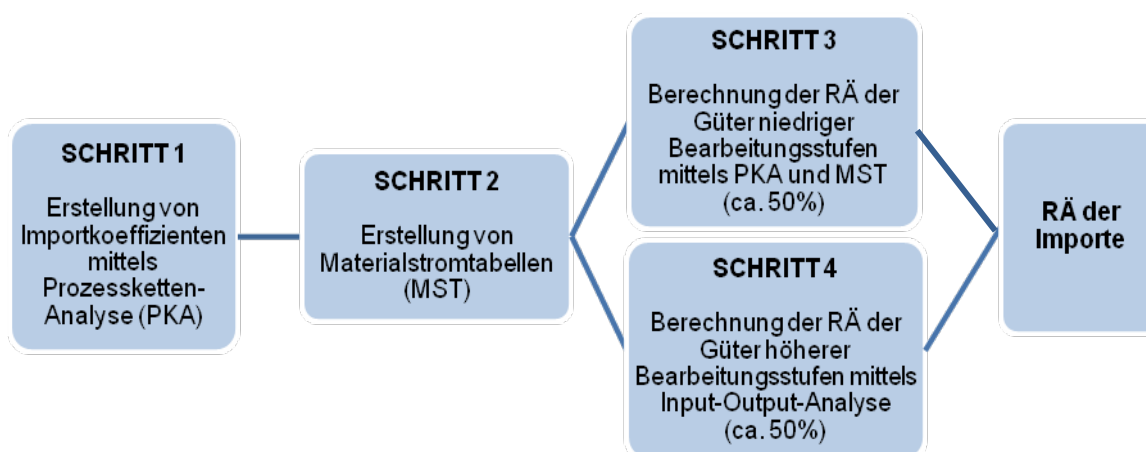


Abb. 24: Schematische Darstellung der Berechnung der Rohstoffäquivalente der Exporte (eigene Darstellung)

Grundsätzlich werden für die Berechnung der RÄ 56 Rohstoffgruppen unterschieden, 39 davon sind abiotischer und 17 biotischer Natur. Der besondere Clou der Berechnung der RÄ in diesem Projekt ist die Verbindung zweier Ansätze, nämlich der Prozessketten-Analyse (PKA) und der Input-Output-Analyse (IOA). Die Prozessketten-Analyse kommt

¹¹ Für eine ausführliche Beschreibung sei auf die ursprüngliche Veröffentlichung verwiesen: Buyny et al. 2009, S.16ff

dabei hauptsächlich bei der Berechnung der Güter mit niedrigem Bearbeitungsgrad zum Einsatz. Es werden dazu sogenannte Importkoeffizienten gebildet, die angeben welchen Materialeinsatz ein importiertes Gut bei seiner Herstellung verursacht hat. Etwas genauer erläutert werden die Importkoeffizienten in Schritt 1. Über die Erstellung von Materialstromtabellen (Schritt 2) und deren Verbindung mit den Importkoeffizienten können schließlich die RÄ von Gütern niedrigen Bearbeitungsgrades berechnet werden (Schritt 3). Die Berechnung bzw. Schätzung der RÄ für Güter mit höherem Bearbeitungsgrad wird mithilfe des Input-Output-Ansatzes durchgeführt (Schritt 4). Nötig ist dies, weil die Prozessketten-Analyse mithilfe der Materialstromtabellen nur für die ersten Bearbeitungsstufen mit einem vertretbaren Aufwand durchführbar ist. Damit ist die Berechnung der Importe komplett. Will man allerdings den Materialverbrauch berechnen, so werden auch Daten für die Exporte benötigt. Wie diese errechnet werden, veranschaulicht Schritt 5. In Schritt 6 wird schließlich darauf eingegangen, welche Indikatoren mit Hilfe dieser Daten erstellt werden können.

Schritt 1: Erstellen von Importkoeffizienten

Die Aufgabe der Importkoeffizienten ist es, den im Ausland auftretenden Materialeinsatz für das jeweilige Material sichtbar zu machen. Unter Verwendung von Prozessketten-Analysen (PKA) weisen sie aus, wie viele Kilogramm an verschiedenen Rohstoffen in der Prozesskette der Herstellung eines Kilogramms des Materials aufgewendet wurden. Beispielsweise werden für die Herstellung eines Kilogramms Blei insgesamt 28,46 Kilogramm an verschiedenen Materialien benötigt. Dies beinhaltet unter anderem 18,96 kg Bleierz, 7,5 kg Steinkies, 1,2kg Kalk, 0,1 kg Erdöl, usw.

Die Aufgabe zur Erstellung dieser Importkoeffizienten wurde vom Statistischen Bundesamt an das IFEU Heidelberg übertragen. Diese lieferten Importkoeffizienten für insgesamt 128 Güter. Die Auswahl der Güter „orientierte sich an den Kriterien Mengenrelevanz, Hauptimportländern und daran, ob in Deutschland das Produkt in vergleichbarer Art hergestellt wird“ (IFEU Heidelberg 2007, S. 2). Als Datenquellen dienten vor allem die Ecoinvent-Datenbank¹² und eigene Datenbanken des IFEU Heidelberg. Wie diese Importkoeffizienten eingesetzt werden, wird in den nächsten Schritten dargestellt.

Schritt 2: Erstellen von Materialstromtabellen

Um die Importkoeffizienten integrieren zu können und eine erweiterte Datenbasis für die Input-Output-Analyse zu erhalten, wurden vom Statistischen Bundesamt ausführliche Materialstromtabellen für alle 56 Rohstoffgruppen erstellt. „Diese Tabellen beschreiben in physischen Einheiten (Tonnen) den Prozess von der Entnahme oder vom Import eines Rohstoffes durch die ersten Bearbeitungsstufen bis zu den Rohmaterialien oder den

¹² Anerkannte Datenbank über Lebenszyklusdaten: <http://www.ecoinvent.org/database/>

Halbwaren und dienen der Ermittlung der RÄ-Tonnen dieser Waren" (Buyny et al. 2009, S. 18). Sie sind dabei genauer als die Daten der Input-Output-Tabellen, da diese nicht alle Produktionsprozesse innerhalb einzelner Produktionsbereiche abbilden können. Außerdem können (falls die Daten vorliegen) für verschiedene Länder verschiedene Produktionsbedingungen integriert werden. Die Datenquellen zur Berechnung der Materialstromtabellen sind jedoch nicht immer explizit angegeben. Generell wurden Internetrecherchen, Fachliteratur, Ergebnisse des Subprojekts des IFEU Heidelberg (siehe Schritt 1) und internes Datenmaterial des Statistischen Bundesamtes (z.B. Gütermatrizen) verwendet.

Die Materialstromtabellen werden in zwei Teile getrennt. Abb. 25 zeigt die vereinfachte Form der Materialstromtabellen am Beispiel von Blei.

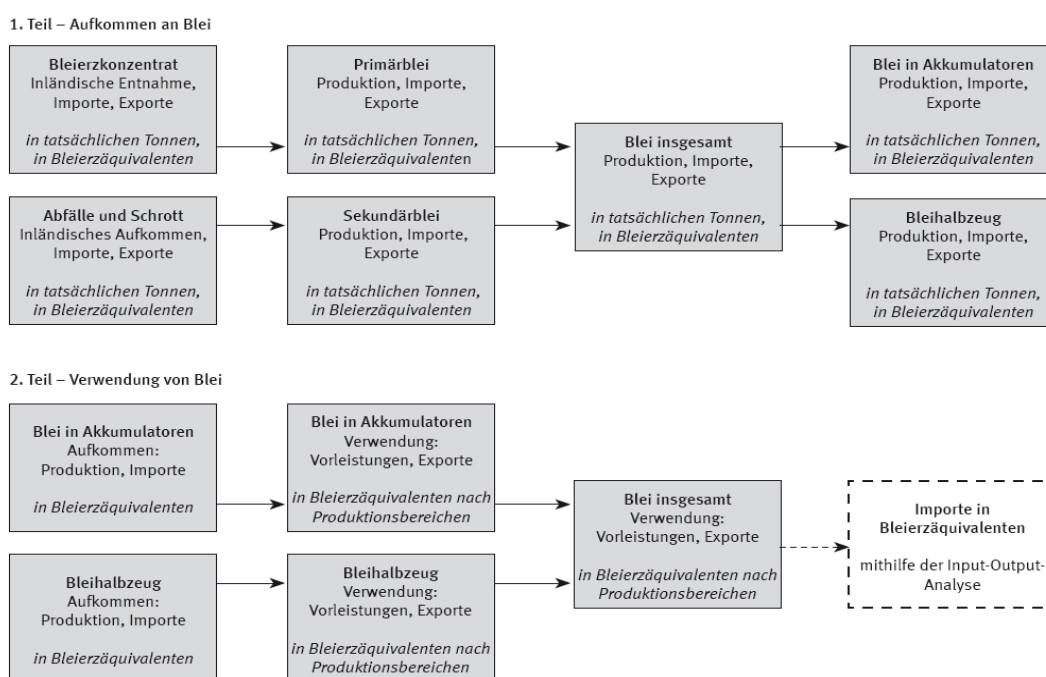


Abb. 25: Vereinfachte Darstellung der Materialstromtabellen für Blei (Quelle: Buyny et al. 2009)

Im 1. Teil der Materialstromtabellen wird ersichtlich, wie die ersten Bearbeitungsstufen von Blei aussehen. Dabei werden auf der ersten Ebene der Bleierzkonzentrate die inländische Entnahme, die Importe und die Exporte ausgewiesen. In den darauffolgenden Schritten wird der Posten der inländischen Entnahme durch die Produktion ersetzt. Außerdem wird auch das recycelte Aufkommen an Blei erfasst. Fasst man das Primärblei und das Sekundärblei zusammen, so erhält man schließlich ‚Blei insgesamt‘. Dieses wird wiederum aufgeteilt in Blei in Akkumulatoren und Bleihalbzeug. Wie zu sehen ist, werden in den Materialstromtabellen bereits Angaben in tatsächlichen Tonnen und in Bleierzäquivalenten angegeben. Eine genauere Darstellung, wie diese Berechnung erfolgt, wird in Schritt 3 gegeben.

Der 2. Teil der Materialstromtabellen stellt die Verwendung des Bleis dar. Als Basis dienen die Daten des ersten Teils. Unter Verwendung der monetären Input-Output-Tabellen

und Gütermatrizen wird die Verwendung des Bleis in den einzelnen Produktionsbereichen berechnet und so für die importierten Halb- und Fertigwaren in Bleierzäquivalente umgerechnet. Dieser Vorgang wird in Schritt 4 näher erläutert.

Schritt 3: Berechnung der Rohstoffäquivalente für Güter niedriger Bearbeitungsstufe

Abb. 26 zeigt den 1. Teil der Materialstromtabelle für Bleierz für das Jahr 2005. Wie zu sehen ist sind die Ergebnisse nach Verarbeitungsgrad sowie nach den Kategorien „Import“, „Produktion“, „Export“ und „Verbleib“ unterteilt, wobei sich der „Verbleib“ aus der Addition bzw. Subtraktion der drei Erstgenannten ergibt. Außerdem werden die einzelnen Posten in tatsächlichen sowie in Rohstoffäquivalenz-Tonnen angegeben. Wie sich die einzelnen Posten errechnen und wie sie zusammenhängen wird nun anhand eines Beispiels erklärt.

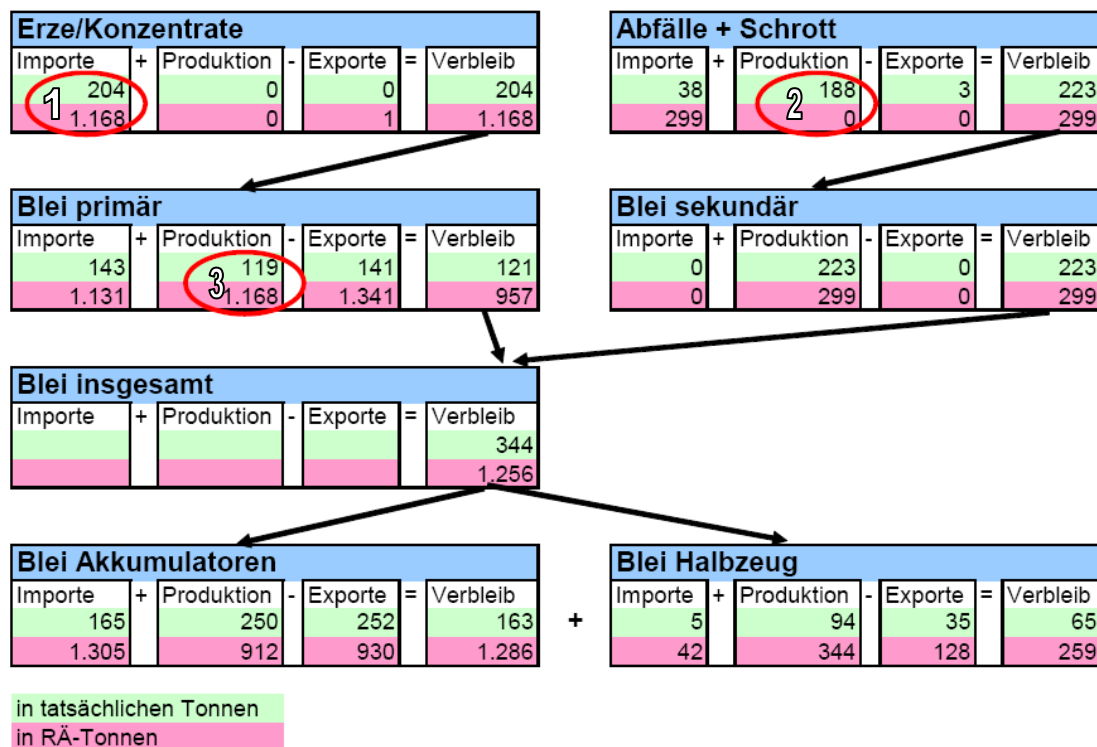


Abb. 26: 1. Teil der Materialstromtabellen für Blei (Quelle: Buyny et al. 2009)

In der niedrigsten Bearbeitungsstufe ‚Erze/Konzentrate‘ wird ersichtlich, dass Bleierz in Deutschland nicht gefördert wurde. Wie der eingekreiste **Bereich 1** zeigt, wurden aber 204 Tsd. t importiert. Mithilfe des Importkoeffizienten des IFEU Heidelberg kann dieser Wert nun in Bleierzäquivalente umgerechnet werden. Der Koeffizient beträgt 5,73.¹³ Multipliziert ergibt dies 1.168 Tsd. t Bleierzäquivalente. Die Exporte sind geringer als 1 Tonne.

¹³ Der Import von Bleierz(konzentrat) führt natürlich auch zu Rohstoffäquivalenten anderer Materialien, die bei der Herstellung auftreten. Da hier aber nur die Bleierzäquivalente errechnet werden, werden sie nicht erwähnt. Für jede Rohstoffgruppe wird diese Berechnung also separat durchgeführt.

Auf Grund der Rundung ergibt sich deswegen der Wert der Importe ebenfalls für den Verbleib.

Nun wird auch durch Recycling Blei gewonnen. Der eingekreiste **Bereich 2** zeigt, dass in Deutschland recyceltes Blei nicht zu den Bleierzäquivalenten gezählt wird, weil sein Rohstoffeinsatz bereits in einer früheren Periode erfasst wurde. Dadurch werden Doppelzählungen vermieden. Die Importe werden allerdings wieder umgerechnet, da diese neu in den Kreislauf in Deutschland eintreten. So ergeben sich für ‚Blei sekundär‘ 299 Tsd. u Bleierzäquivalente, die in Deutschland verbleiben.

Von ‚Blei primär‘ wurden 2005 insgesamt 143 Tsd. t importiert, durch Umrechnung mit dem Importkoeffizienten (7,9) ergeben sich daraus 1.131 Tsd. t Bleierzäquivalente. Der eingekreiste **Bereich 3** sagt nun aus, dass 119 t primäres Blei in Deutschland produziert wurden. Die Rohstoffe für diese Produktion können nur aus dem Posten „Verbleib“ der Bearbeitungsstufe „Erze/Konzentrate“ stammen. Deswegen sind auch die 1.168 Tsd. t Bleierzäquivalente zu übertragen. Der Export ist hier beträchtlich mit 141 Tsd. t Blei, oder 1.341 Tsd. t Bleierzäquivalente. Insgesamt verbleiben so 121 Tsd. t primäres Blei, oder 957 Tsd. t Bleierzäquivalente in Deutschland.

Fasst man nun primäres und sekundäres Blei zusammen, so erhält man „Blei insgesamt“. Der Verbleib ergibt sich aus der Addition der beiden Posten und beträgt insgesamt 344 Tsd. Tonnen Blei bzw. 1.256 Tsd. t Bleierzäquivalente.

Als weitere Bearbeitungsstufen sind nun noch die ‚Blei Akkumulatoren‘ und das ‚Blei Halbzeug‘ erfasst. Hier werden für Importe und Exporte, aber auch für die Produktion, erneut die schon beschriebenen Schritte durchgeführt. Es ist wieder zu beachten, dass die Produktion sich nur aus dem Posten „Verbleib“ der Bearbeitungsstufe „Blei insgesamt“ zusammensetzen kann. Die Addition der beiden Produktionsposten der betrachteten Bearbeitungsstufen muss also wieder die Werte von „Blei insgesamt“ ergeben.

Um nun die gesamten Bleierzäquivalente des Imports (oder auch Exports) zu erhalten müssen die Posten ‚Importe‘ (bzw. ‚Exporte‘) aufaddiert werden. Für 2005 ergibt dies einen Import von 3.945 Tsd. t Bleierzäquivalente.

Nun stellt dies aber nicht den endgültigen Wert dar, denn bislang wurden nur die Rohstoffe und einige Halbzeuge betrachtet. Auf diese Weise werden etwa 50% der importierten Rohstoffäquivalente berechnet. Bleierz wird aber auch in Form von Fertigwaren nach Deutschland importiert. Wie die anderen 50%, die durch Güter höherer Bearbeitungsstufen eingeführt werden, berechnet werden, wird im folgenden Schritt 4 erläutert.

Schritt 4: Berechnung der Rohstoffäquivalente für Güter höherer Bearbeitungsstufe

Für die Berechnung der Rohstoffäquivalente für Güter höherer Bearbeitungsstufe wird zum einen der 2. Teil der jeweiligen Materialstromtabellen benötigt. In diesen werden die Ergebnisse allein in Rohstoffäquivalenten angegeben. Die benötigten Daten über die

Verwendung der Materialien in den einzelnen Produktionsbereichen werden dabei größtenteils aus den Gütermatrizen des Statistischen Bundesamts entnommen, die allerdings noch um Zusatzdaten von Verbänden, Instituten, usw. erweitert wurden. Diese nicht-veröffentlichten Gütermatrizen haben eine enorm hohe Gliederungstiefe (etwa 3.000 Güter, 120 Produktionsbereiche).

Zum anderen werden für die Berechnung die monetären Input-Output-Tabellen benötigt. Diese werden ebenfalls vom Statistischen Bundesamt zur Verfügung gestellt. Zusammen mit den aus den Gütermatrizen gewonnenen Daten zur Verwendung der Rohstoffe wird nun für „jede Rohstoffart eine erweiterte gemischt physisch-monetäre Input-Output-Analyse durchgeführt, um die Rohstoffäquivalente der importierten Halb- und Fertigwaren zu ermitteln“ (Buyny, Lauber 2009, S. 1135). Diese Input-Output-Analyse mit Hilfe der Leontief-Inversen ergibt letztlich die Rohstoffintensitäten, die in Tonnen je Euro ausgedrückt werden. Abb. 27 zeigt wie sich diese zusammensetzen:

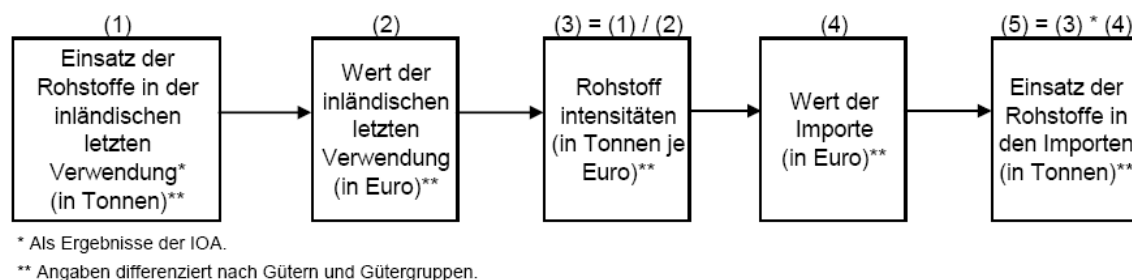


Abb. 27: Berechnung und Verwendung der Rohstoffintensitäten (Quelle: Buyny et al. 2009)

Der „Einsatz der Rohstoffe in der inländischen letzten Verwendung“ wird durch den „Wert der inländischen letzten Verwendung“ geteilt. Die Rohstoffintensitäten sagen also aus, wie viele Tonnen von einem Rohstoff verwendet wurden um z.B. einen Euro zu erwirtschaften. Die jeweilige Rohstoffintensität wird dann mit dem Wert der Importe (in €) multipliziert und ergibt so den Einsatz der Rohstoffe in den Importen in Rohstoffäquivalenten.

Allerdings muss dabei beachtet werden, dass hier inländische Preis- und Produktionsstrukturen auf das Ausland übertragen werden. Man kann die Ergebnisse deswegen nicht als den real im Ausland auftretenden Rohstoffeinsatz interpretieren, sondern nur als den Rohstoffeinsatz, den eine Produktion im Inland potenziell verursacht hätte und damit durch den Import eingespart wurde.

Um diesen Fehler abzuschwächen wird in weiteren Schritten bei ausgewählten das Ergebnis durch die Importkoeffizienten des IFEU korrigiert (siehe Abb. 28). Dies ist vor allem nötig bei Gütern, bei denen davon ausgegangen werden kann, dass die ausländischen Produktionsprozesse in großem Maße von den deutschen abweichen (z.B. Stahlherstellung) und bei solchen, bei denen ein deutsches Pendant gar nicht vorhanden ist (z.B. Reis, Bananen).

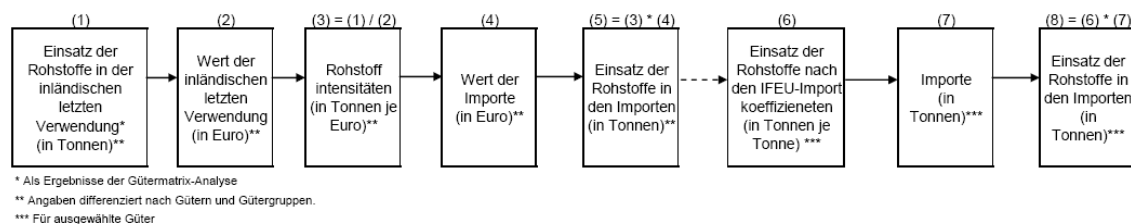


Abb. 28: Berechnung der Intensitäten und Integration der Importkoeffizienten
 (Quelle: Buyny et al. 2009)

Addiert über alle bearbeiteten Güter machen die Ergebnisse dieser gemischten Input-Output-Analyse mit integrierten Importkoeffizienten rund 50% der gesamten importierten Rohstoffäquivalente aus. Zusätzlich wurden auch die Rohstoffäquivalente des importierten Stroms sowie der importierten Dienstleistungen berechnet, die jedoch jeweils unter 1% ausmachten und deswegen hier nicht näher erläutert werden.

Schritt 5: Berechnung der RÄ der Exporte

Die Berechnung der Exporte in Rohstoffäquivalenten erforderte die Erstellung eines zweiten Rechenmoduls, das allerdings weniger kompliziert ist und grundsätzlich auch auf denselben Methoden beruht wie das der Importe. Es muss für die Berechnung zunächst unterschieden werden, woher die für die Produktion eingesetzten Materialien (oder auch das Material selbst) stammen, also ob sie im Inland entnommen oder importiert wurden. Dazu wird die Annahme getroffen, „dass zunächst die Güter exportiert werden, die im Inland produziert wurden“ (Buyny, Lauber 2009, S. 1137). Für die aus der inländischen Entnahme stammenden Materialien ergibt sich bei der Berechnung der Vorteil, dass hier die Annahme von deutschen Produktionsverhältnissen zutrifft. Für die aus dem Import stammenden Materialien können hingegen die Ergebnisse aus den Berechnungen für die Rohstoffäquivalente der Importe herangezogen werden. Zusammengerechnet ergeben diese Posten die Exporte aus Deutschland in Rohstoffäquivalenten. Diese liegen wieder auf der Ebene von 56 Rohstoffgruppen vor und sind voll kompatibel mit den Daten der Importe. Damit können nun verschiedene Indikatoren zum Einsatz und Verbrauch gebildet werden.

Schritt 6: Bildung verschiedener Indikatoren

Grundsätzlich können alle Indikatoren, die als Datenbasis die Materialflussrechnungen besitzen, problemlos um die Rohstoffäquivalente der Importe bzw. Exporte erweitert werden. Die Gliederungstiefe ist bei den Ergebnissen der RÄ mit 56 Rohstoffgruppen höher als bei den öffentlichen Daten der MFA, wo sie für die Importe und Exporte nur 23 Rohstoffgruppen ausweist.¹⁴ Allerdings liegen diese Daten dem Statistischen Bundesamt in-

¹⁴ Die vollständige Güterliste der Rohstoffäquivalente ist in Anhang III zu finden.

tern in größerer Gliederungstiefe vor und auch eine eigene Aggregation der RÄ-Daten auf die 23 Rohstoffgruppen ist möglich. Zur Kennzeichnung, dass ein Indikator die Rohstoffäquivalente enthält, wird einfach ein „-RÄ“ an den Indikator angehängt, also z.B. *TMI-RÄ*. Als Indikator wird in diesem Kapitel der *TMI-RÄ* vorgestellt, der dem um die Rohstoffäquivalente der Importe erweiterten TMI (siehe Kapitel 5.2) entspricht. Eine mögliche Definition des *MI-RÄ* lautet:

Der Total Material Input in Rohstoffäquivalenten (TMI-RÄ) ergibt sich, wenn man zum TMI die Rohstoffäquivalente der Importe hinzufügt.

Die Daten zur Berechnung der im Folgenden vorgestellten Indikatoren stammen für die inländische verwertete Entnahme, die Einfuhren und die nichtverwertete Entnahme erneut aus der Publikation „Umweltnutzung und Wirtschaft“. Die Daten zu den Rohstoffäquivalenten wurden dem Begleitmaterial der Pressekonferenz „Rohstoffeffizienz: Wirtschaft entlasten, Umwelt schonen“ vom 17. November 2010 (Statistisches Bundesamt 2010d) entnommen.¹⁵

Tab. 5: Komponenten des TMI-RÄ und TMC*-RÄ (eigene Darstellung)

Komponente	Quelle
Verwertete inländische Entnahme	(Statistisches Bundesamt 2010g)
Einfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad	(Statistisches Bundesamt 2010g)
Nichtverwertete inländische Entnahme	(Statistisches Bundesamt 2010g)
Rohstoffäquivalente der Importe	(Statistisches Bundesamt 2010d)
Rohstoffäquivalente der Exporte	(Statistisches Bundesamt 2010d)

5.3.2 Ergebnisse

Als Ergebnis werden zunächst die errechneten Importe und Exporte in Rohstoffäquivalenten dargestellt. Danach werden die Daten zum *TMI-RÄ* zusammengesetzt. Die Daten zu den Rohstoffäquivalenten liegen leider nur für den Zeitraum von 2000 bis 2008 und in einem Zweijahres-Rhythmus vor. Deswegen muss der betrachtete Zeitraum abweichend zu den vorherigen Darstellungen auf diese Jahre verkürzt werden.

5.3.2.1 Die Importe in Rohstoffäquivalenten (Importe-RÄ)

Das Abb. 29 zeigt die Importe in Rohstoffäquivalenten (Importe-RÄ), aufgeteilt in die direkten und die Rohstoffäquivalente (RÄ). Es zeigt, dass die RÄ deutlich höher liegen als die direkten Einfuhren. 2008 betragen sie mit 2.494 Mio. t mehr als das 4-fache der direkten Importe (604 Mio. t). Von 2000 bis 2002 fielen die Rohstoffäquivalente zunächst um

¹⁵ Die Daten zu den Rohstoffäquivalenten sind in Anhang IV aufgelistet.

263 Mio. t (-11,3%). Danach stiegen allerdings wieder an, so dass 2008 im Vergleich zu 2000 ein Zuwachs von 173 Mio. t (+7,5%) übrig bleibt.

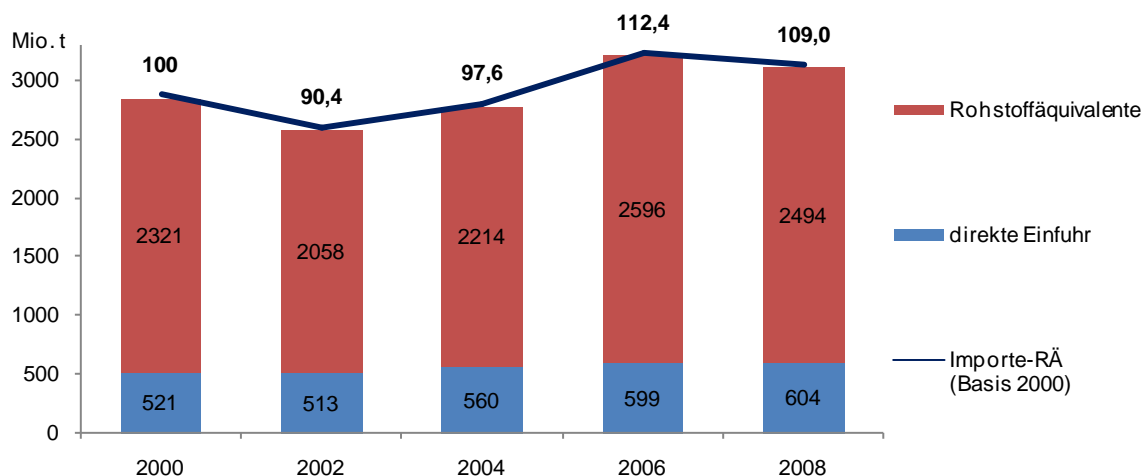


Abb. 29: Importe-RÄ, 2000-2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

Die direkten Importen sind im selben Zeitraum relativ konstant von 521 Mio. t auf 604 Mio. t gestiegen. Dies entspricht einer Steigerung um 83 Mio. t (+15,9%). Fasst man beide Posten zusammen zu „Importe-RÄ“, so dominieren hier die Rohstoffäquivalente. Die Importe-RÄ fielen zunächst um 265 Mio. t (-9,6%) von 2.842 Mio. t im Jahr 2000 auf 2.571 Mio. t im Jahr 2002. Danach zogen sie allerdings wieder an und betragen im Jahr 2008 mit 3.099 Mio. t insgesamt 257 Mio. t (+9,0%) mehr als im Jahr 2000.

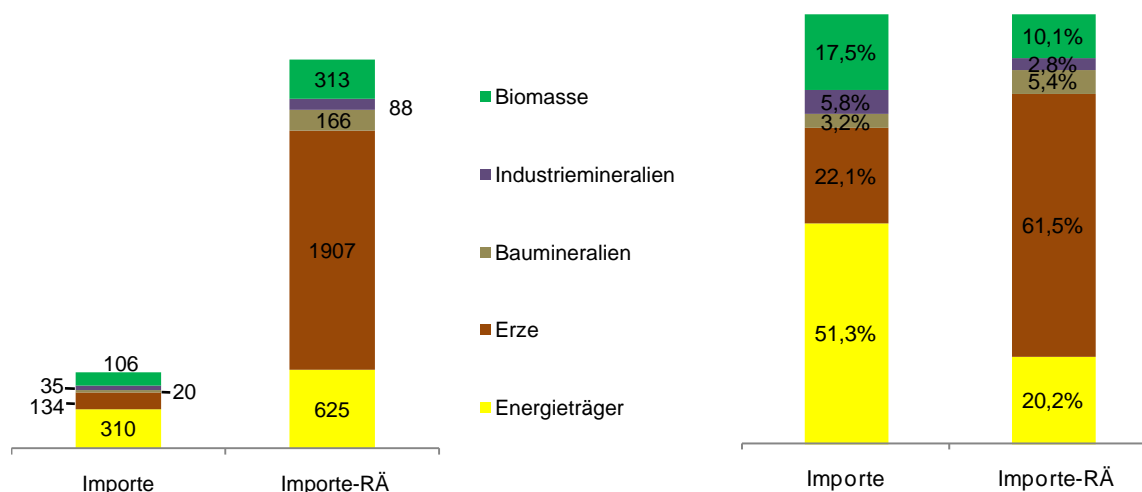


Abb. 30: Absoluter und prozentualer Vergleich direkter Importe mit Importe-RÄ, 2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

Nun kann man die Importe-RÄ wiederum auf die verschiedenen Materialgruppen aufteilen. In Abb. 30 ist dies zusammen mit der Aufteilung der direkten Einfuhren für das Jahr 2008 dargestellt. Für die Energieträger lässt sich so feststellen, dass sich ihr Gewicht durch Einbeziehung der RÄ von 310 Mio. t auf 625 Mio. t mehr als verdoppelt hat. Mit Abstand am größten ist jedoch der Sprung bei den Erzen. Der direkte Import betrug bei

ihnen 134 Mio. t; durch Addition der RÄ stiegen die Erzimporte auf 1907 Mio. t. Das ist mehr als das 14-fache der direkten Importe. Die Baumineralien verachteten sich etwa von 20 Mio. t auf 166 Mio. t. Die Industriemineralien stiegen von 35 Mio. t auf 88 Mio. t und die Biomasse stieg von 106 Mio. t auf 313 Mio. t. Das entspricht jeweils einer knappen Verdreifachung. Die RÄ sorgten so dafür, dass sich die Struktur des Import-RÄ sehr von derjenigen der direkten Importe unterscheidet. Nun machen nämlich die Erze mit 61,5% den mit Abstand größten Anteil aus. Vorher waren es nur 22,1%. Es folgen die Energieträger mit nur noch 20,2% statt 51,3%. Auf dem dritten Platz steht die Biomasse mit 10,1% statt 17,5%, gefolgt von den Baumineralien mit 5,4% statt 3,2% und den Industriemineralien mit 2,8% statt 5,8%.

Eine weitere interessante Frage, die sich aufdrängt, ist, wie denn die Importabhängigkeit Deutschlands aussieht, wenn man die Rohstoffäquivalente mit einbezieht. Dies ist in Abb. 31 dargestellt. Diese Analyse wurde für die direkten Importe bereits in Kapitel 5.1.2 durchgeführt.

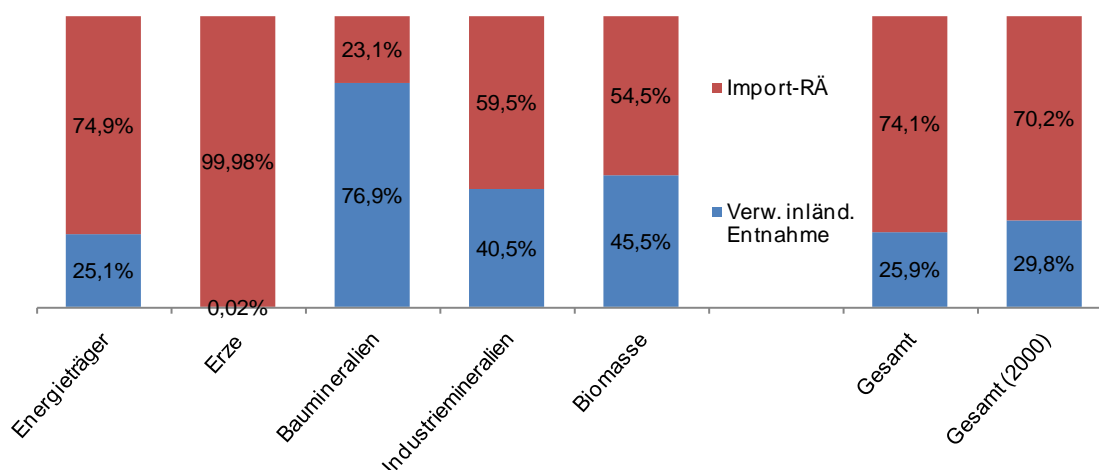


Abb. 31: Importabhängigkeit inklusive RÄ, 2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

Durch die Einbeziehung der Rohstoffäquivalente sind natürlich allgemein höhere Importabhängigkeiten zu erwarten. Betrachtet man alle Materialgruppen zusammen, so ergibt sich eine Importabhängigkeit von 74,1%, statt zuvor ausgewiesenen 34,8%. Es werden also statt etwa einem Drittel rund Dreiviertel unseres Materialbedarfs aus dem Ausland gedeckt. Dabei ist hier ein steigender Trend zu beobachten, denn im Jahr 2000 lag die Quote mit 70,4% noch 3,7% niedriger. Teilt man nach den verschiedenen Materialgruppen auf, so ergeben sich folgende Ergebnisse. Bei den Energieträgern werden jetzt mit 74,9% fast genau Dreiviertel des Materialbedarfs aus dem Ausland gedeckt. Dies entspricht einer etwa 15% höheren Importabhängigkeit als zuvor. Noch extremer ist dies allerdings bei den Erzen: Bei ihnen werden nur noch 0,02% aus dem Inland gedeckt, zuvor waren es noch 0,3%. Man kann also davon sprechen, dass hier eine totale Abhängigkeit besteht. Auch die scheinbare Unabhängigkeit bei den Baumineralien schwächt sich etwas

ab. Es werden nur 76,9% aus dem Inland gedeckt, statt zuvor knapp 96,6%. Die Industriemineralien weisen nun eine Importabhängigkeit von 59,5% auf. Ohne die indirekten Materialflüsse waren es nur 37,1%. Auch bei der Biomasse ist dies ähnlich: Hier werden 54,5% aus dem Ausland gedeckt, zuvor waren es nur knappe 28,9%.

5.3.2.2 Die Exporte in Rohstoffäquivalenten (Exporte-RÄ)

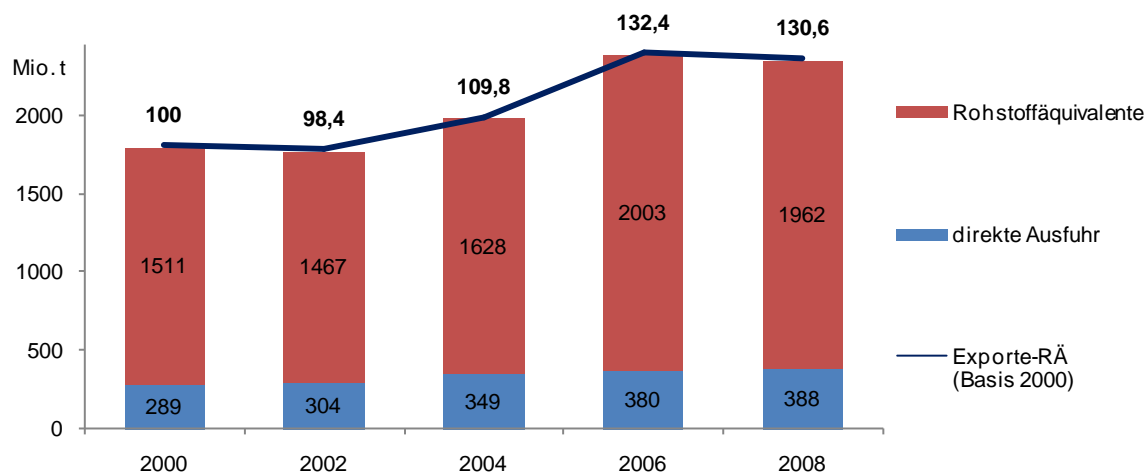


Abb. 32: Exporte-RÄ, 2000-2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

Die selben Untersuchungen wie für die Importe lassen sich auch für die Exporte anstellen. Auch hier sind die Rohstoffäquivalente der Exporte (Exporte-RÄ) deutlich größer als die direkten Exporte (siehe Abb. 32). Sie betragen 2008 mit 1.961 Mio. t etwa das 5-fache der direkten Exporte. Dabei sind sie seit dem Jahr 2000 um 451 Mio. t (+29,9%) von 1.511 Mio. t auf 1.962 Mio. t gestiegen. Die direkten Exporte legten im selben Zeitraum prozentual noch stärker zu, und zwar um 34,1% (+99 Mio. t) von 289 Mio. t auf 388 Mio. t. Zusammengerechnet ergeben sich dadurch die Exporte-RÄ. Diese sind bis 2002 um 1,6% gefallen von 1.800 Mio. t auf 1.771 Mio. t (-29 Mio. t). Danach stiegen sie allerdings stark auf 2.350 Mio. t an, so dass im Vergleich zu 2000 im Jahr 2008 ein Zuwachs von 30,6% (+550 Mio. t) zu verzeichnen ist.

In Abb. 33 ist die Aufteilung nach den Materialgruppen der direkten Exporte und der Exporte-RÄ dargestellt. Hier zeigt sich, dass sich die Energieträger inklusive der RÄ mit 386 Mio. t etwa um das 4,5-fache erhöht haben. Den größten Sprung machen wieder die Erze, hier steigt der Wert auf etwa das Fünfzehnfache von 97 Mio. t auf 1.490 Mio. t. Bei den Baumineralien liegt mit einem Anstieg von 44 Mio. t auf 200 Mio. t etwa eine Vervierfachung vor. Bei den Industriemineralien ist dagegen nur ein geringer Anstieg um 15 Mio. t von 62 Mio. t auf 77 Mio. t zu verzeichnen. Die Biomasse verdoppelte sich etwa von 101 Mio. t auf 197 Mio. t. Bei den Anteilen an den Exporten führt die Einbeziehung der RÄ wieder dazu, dass nun die Erze dominieren. Sie machten 2008 einen Anteil von 63,4%

aus, im Vergleich zu 25,0% bei alleiniger Betrachtung der direkten Exporte. Es folgen die Energieträger mit 16,4% statt 21,6%, die Baumineralien mit 8,5% statt 11,3%, die Biomasse mit 8,4% statt 26,1% und die Industriemineralien mit 3,3% statt 16,1%.

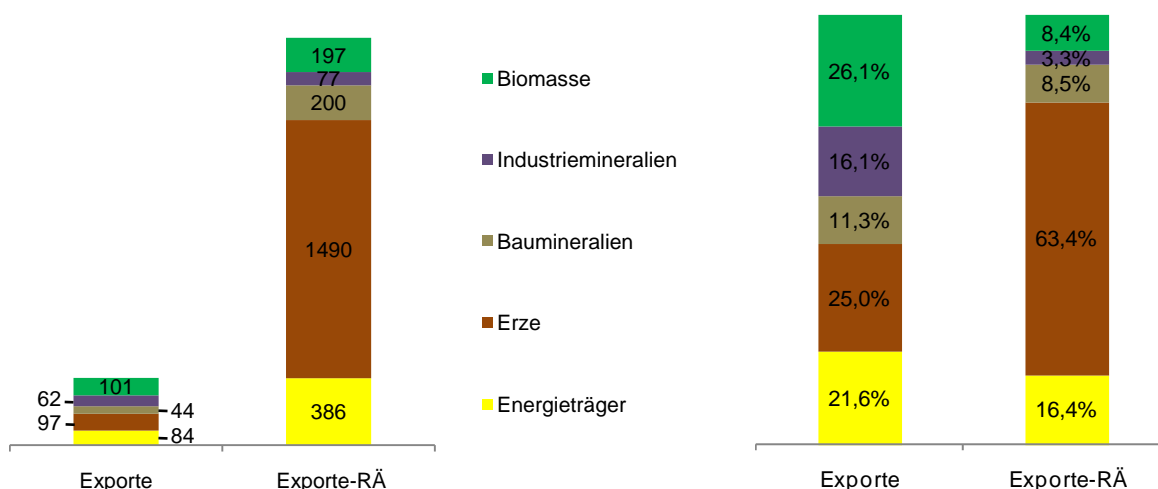


Abb. 33: Absoluter und prozentualer Vergleich direkter Exporte mit Exporte-RÄ, 2008 in Deutschland (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

5.3.2.3 Der Total Material Input in Rohstoffäquivalenten (TMI-RÄ)

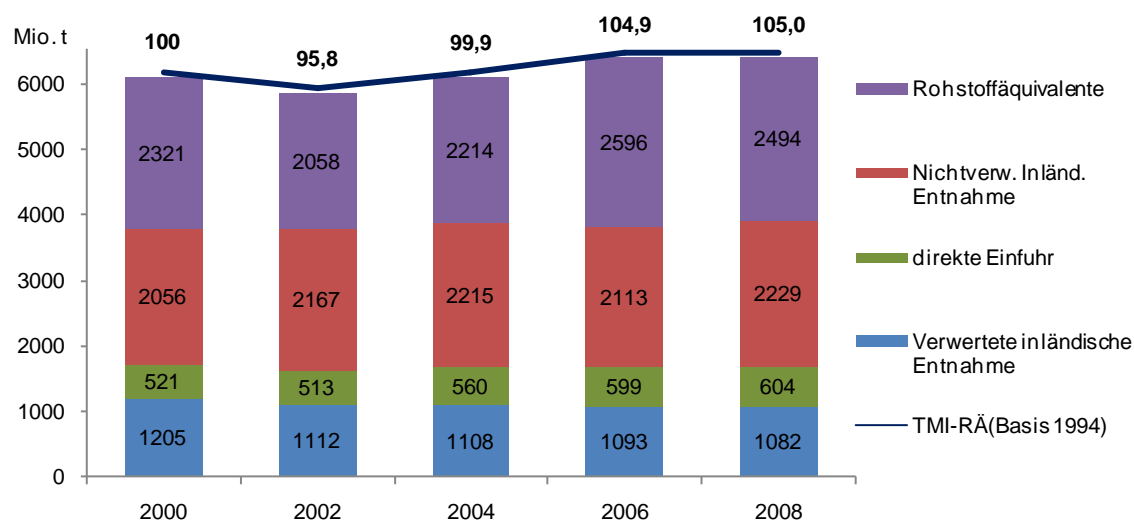


Abb. 34: TMI-RÄ, 2000-2008 in Deutschland (Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

In Abb. 34 ist nun der *TMI-RÄ* für die Jahre 2000 bis 2008 abgebildet. Er unterscheidet sich vom ursprünglichen *TMI* alleine durch die Einbeziehung der Rohstoffäquivalente der Importe. Er ist der umfassendste Indikator, der mit den hier vorgestellten Daten bezüglich des Materialeinsatzes aufgestellt werden kann. Er enthält die inländische Entnahme, sowohl die verwertete als auch die nichtverwertete, und die Importe, sowohl die direkten als auch ihre Rohstoffäquivalente. Die Entwicklung der einzelnen Kategorien wurde bereits im Verlauf der Arbeit dargestellt. Deswegen wird hier alleine auf die Entwicklung und Zu-

sammensetzung des Gesamtindikators eingegangen. Bei diesem lässt sich kein eindeutiger Trend erkennen. Zunächst fiel er bis 2002 um insgesamt 4,2% (-253 Mio. t) von 6.103 Mio. t auf 5.850 Mio. t. Danach stieg er allerdings wieder an und lag mit 6.410 Mio. t im Jahr 2008 um 5,0% (+307 Mio. t) höher als im Jahr 2000. Betrachtet man die Zusammensetzung des *TMI-RÄ* im Jahr 2008 so ist besonders interessant, dass die verwertete inländische Entnahme gerade einmal noch einen Anteil von 16,9% am Gesamtindikator hat. Den größten Anteil machen die Rohstoffäquivalente der Importe mit 38,9% aus. Es folgt die nichtverwertete inländische Entnahme mit 34,8%. Die direkten Importe machten mit 9,4% den kleinsten Anteil aus.

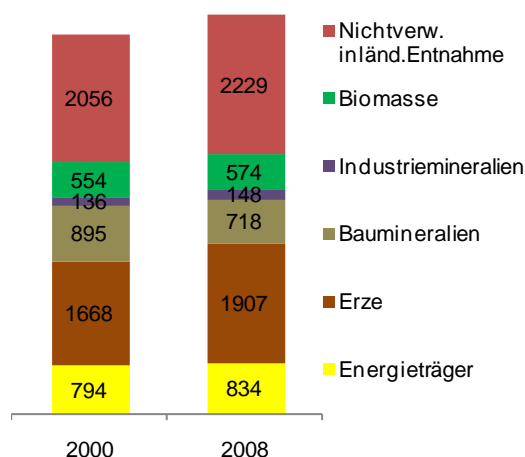


Abb. 35: Aufteilung des TMI-RÄ, 2000 und 2008
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

In Abb. 35 ist der *TMI-RÄ* aufgeteilt nach Materialgruppen für die Jahre 1994 und 2008 dargestellt. Es zeigt sich, dass bei allen Materialgruppen, außer den Baumineralien eine Erhöhung des Materialeinsatzes stattfand. Den größten Anteil am *TMI-RÄ* macht die nichtverwertete inländische Entnahme mit 2.229 Mio. t (34,8%) aus. Dabei ist sie im Vergleich zu 2000 um 173 Mio. t (+8,4%) gestiegen. Die Erze folgen auf dem zweiten Platz. Ihr Einsatz betrug im Jahr 2008 insgesamt 1.907 Mio. t (29,8%). Seit 2000 ist dieser um 239 Mio.

t (+14,3%) gestiegen. Auf dem dritten Platz liegen die Energieträger. Davon wurden 2008 insgesamt 834 Mio. t (13,0%) eingesetzt. Der Einsatz stieg damit um 40 Mio. t (+5,0%) an. Danach kommen die Baumineralien mit 718 Mio. t (11,2%). Deren Einsatz ging jedoch um 177 Mio. t (-19,8%) zurück. Auf dem fünften Platz liegt die Biomasse mit 574 Mio. t (9,0%). Bei ihr stieg der Einsatz um 20 Mio. t (+3,6%). Auf dem letzten Platz liegen schließlich die Industriemineralien mit 148 Mio. t (2,3%). Ihr Einsatz stieg um 12 Mio. t (+8,8%).

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass die Rohstoffäquivalente des Importes die direkten Importe um etwa das 4-fache übertreffen. Das heißt für jede nach Deutschland importierte Tonne wurden zusätzlich etwa 4 Tonnen in einem anderen Land zur Produktion eingesetzt. Allerdings sind auch die Rohstoffäquivalente der Exporte sehr hoch. Hier liegt das Verhältnis sogar bei 5 zu 1. Fügt man die RÄ zum *TMI* hinzu, so erhält man den *TMI-RÄ*. Dabei machen die RÄ der Importe einen Anteil von knapp 40% am *TMI-RÄ* aus. Der *TMI-RÄ* stieg im Vergleich von 2000 und 2008 um 5,0% von 6.129 Mio. t auf 6.410

Mio. t. Teilt man den *TMI-RÄ* nach Materialgruppen auf, so stellen die nichtverwertete inländische Entnahme (34,8%) und die Erze (29,8%) die größten Anteile dar.

5.4 Die Verbrauchs-Indikatoren – Wie viele Ressourcen werden in Deutschland verbraucht?

Neben den Einsatz-Indikatoren kann man auch sogenannte Verbrauchs-Indikatoren erstellen. Diese unterscheiden sich von den Einsatz-Indikatoren dadurch, dass von den jeweils in den Indikatoren enthaltenen Materialflüssen deren Exporte abgezogen werden. Allerdings muss man sich darüber im Klaren sein, was „Verbrauch“ in diesem Zusammenhang bedeutet: Gemeint ist der Materialeinsatz der Produktion, der für die im Inland „verbrauchten“ Güter eingesetzt wurde. Dieser Verbrauch „trägt entweder in Form von langlebigen Gütern zum Bestandszuwachs bei, oder wird nach Umwandlungsprozessen in der Ökonomie in Form von verarbeiteter Stoffabgabe [...] an die inländische Umwelt abgegeben“ (Schütz, Bringezu 2008, S. 15). Es ist also nicht so, dass dies tatsächlich das bei den Konsumenten ankommende Gewicht an Material darstellt, sondern den Materialeinsatz, der für die Produktion der im Inland verbleibenden Materialien notwendig war. Ein Teil davon ist in den Produktionsprozessen bereits als „verarbeitete Stoffabgabe“ umgewandelt und an die Umwelt abgegeben worden, bevor es den Endverbraucher erreicht.

Anders als bisher werden in diesem Kapitel gleich vier Indikatoren vorgestellt. Dies geschieht deshalb innerhalb eines Kapitels, weil die Indikatoren jeweils auf den schon vorgestellten Einsatz-Indikatoren aufbauen und sich nur durch den Abzug der Exporte von diesen unterscheiden. Es wird nun kurz die Methodik dieser Verbrauchs-Indikatoren veranschaulicht und dann deren Ergebnisse vorgestellt.

5.4.1 Methodik

Die Verbrauchs-Indikatoren unterscheiden sich von den jeweiligen Einsatz-Indikatoren dadurch, dass von den jeweils enthaltenen Materialflüssen deren Exporte wieder abgezogen werden. Die vorgestellten Definitionen beziehen sich deswegen jeweils auf die entsprechenden Einsatz-Indikatoren.

Eine mögliche Definition der *Domestic Material Consumption-abiotisch (DMC-abiotisch)* lautet:

Der DMC-abiotisch ergibt sich, wenn man vom DMI-abiotisch die direkten biotischen Ausfuhren abzieht.

Eine mögliche Definition der *Domestic Material Consumption (DMC)* lautet:

Der DMC ergibt sich, wenn man vom DMI die direkten Ausfuhren abzieht.

Eine mögliche Definition der *Total Material Consumption** (*TMC**) lautet:

Der TMC ergibt sich, wenn man vom TMI die direkten Ausfuhren abzieht.*

Eine mögliche Definition der *Total Material Consumption* in Rohstoffäquivalenten* (*TMC*-RÄ*) lautet:

Der TMC-RÄ ergibt sich, wenn man vom TMI-RÄ die direkten Ausfuhren und deren Rohstoffäquivalente abzieht.*

Die Daten zu den Exporten werden für die direkten, biotischen und abiotischen, Ausfuhren vom Statistischen Bundesamt im Rahmen der MFA jährlich erhoben und in der GENESIS-Datenbank sowie dem schon mehrfach erwähnten jährlichen Bericht zu den UGR „Umweltnutzung und Wirtschaft“ (Statistisches Bundesamt 2010g) veröffentlicht. Daraus lassen sich der *DMC-abiotisch*, der *DMC* und der *TMC** bilden. Beim Indikator *TMC** ist der „Stern“ (*) beigefügt, weil die Bezeichnung *TMC* (ohne Stern) in anderen Publikationen bereits für einen anderen Indikator eingesetzt wird. Dieser enthält zusätzlich die gesamten indirekten Materialflüsse der Importe und Exporte. Eine anerkannte eigene Bezeichnung für den *DMC* inklusive der nichtverwerteten Entnahme konnte auch nach intensiven Recherchen nicht gefunden werden. In Ermangelung einer solchen wird dieser Indikator vom Autor im Folgenden als *TMC** bezeichnet, weil dies eine konsistente Bezeichnungsreihe entsprechend dem *DMI* und *TMI* bildet. Da der „echte“ *TMC* in dieser Arbeit nicht weiter erwähnt wird, weil Daten zu seiner Berechnung fehlen, ist eine Verwechslungsgefahr innerhalb dieser Arbeit nicht gegeben. Der *TMC*-RÄ* ergibt sich wiederum, wenn man vom *TMI-RÄ* die Exporte in *RÄ* abzieht. Die zur Erstellung des *TMC*-RÄ* benötigten Daten zu den Rohstoffäquivalenten der Exporte wurden bereits in Kapitel 5.3.2 vorgestellt.

Tab. 6: Komponenten der Verbrauchs-Indikatoren (eigene Darstellung)

Komponente	Quelle
Verwertete inländische Entnahme	(Statistisches Bundesamt 2010g)
Einfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad	(Statistisches Bundesamt 2010g)
Nichtverwertete inländische Entnahme	(Statistisches Bundesamt 2010g)
Ausfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad	(Statistisches Bundesamt 2010g)
Rohstoffäquivalente der Importe	(Statistisches Bundesamt 2010d)
Rohstoffäquivalente der Exporte	(Statistisches Bundesamt 2010d)

5.4.2 Ergebnisse

Hier werden nun die Ergebnisse der Verbrauchs-Indikatoren vorgestellt. Dabei wird sich auf die Darstellung des *TMC** und *TMC*-RÄ* beschränkt, da aus dem *TMC** direkt auch die Indikatoren *DMC-abiotisch* und *DMC* ersichtlich werden. Denn der *TMC** unterscheidet sich vom *DMC* allein durch die Nichtberücksichtigung der nichtverwerteten inländi-

schen Entnahme und vom *DMC-abiotisch* zusätzlich durch die Nichtberücksichtigung der Biomasse.

5.4.2.1 Integration der direkten Exporte

Als Vorbereitung für die Erstellung der Indikatoren wird zunächst die „Physische Handelsbilanz“ aufgestellt. Diese ergibt sich, wenn man die Exporte von den Importen abzieht. Eine positive physische Handelsbilanz bedeutet, dass mehr importiert, als exportiert wurde. Zunächst einmal werden nur die direkten Ein- und Ausfuhren berücksichtigt.

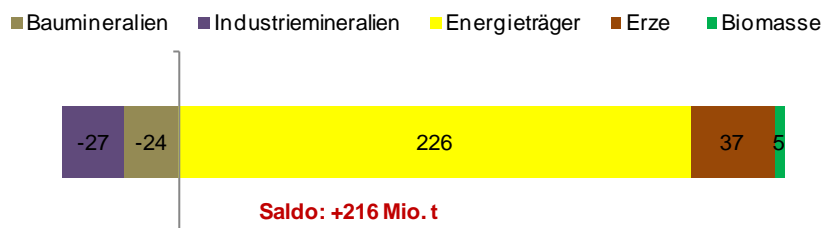


Abb. 36: Physische Handelsbilanz nach Materialgruppen, 2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Die Physische Handelsbilanz des Jahres 2008, aufgeteilt nach den einzelnen Materialgruppen, ist in Abb. 36 dargestellt. Es ist sofort ersichtlich, dass dies auf der Ebene aller Materialien der Fall ist. So wurden 2008 insgesamt 216 Mio. t mehr importiert als exportiert. Dies lag vor allem an den Energieträgern, bei denen ein Importüberschuss von 226 Mio. t vorlag. Auch für die Erze ist die Physische Handelsbilanz mit 37 Mio. t deutlich positiv. Auch für die Biomasse ist die Handelsbilanz positiv. Hier sind es allerdings nur 5 Mio. t, so dass hier auch von einer ausgeglichenen physischen Handelsbilanz gesprochen werden kann. Anders sieht es bei den Bau- und Industriemineralien aus: Hier wurde 2008 jeweils mehr exportiert als importiert, so dass eine negative physische Handelsbilanz von 24 bzw. 27 Mio. t zu bescheinigen ist.

Nun besitzt Deutschland jedoch einen deutlichen monetären Außenhandelsüberschuss, 2008 lag dieser bei 178,3 Mrd. € (Statistisches Bundesamt 2010a). Wie passt dies damit zusammen, dass Deutschland mengenmäßig mehr importiert als exportiert? Die einzige Erklärung dafür ist, dass die Exporte einen deutlich höheren Preis pro Tonne erzielen, als die Importe. Eine Möglichkeit dies grob zu untersuchen ist es, die Physische Handelsbilanz bezüglich des Bearbeitungsgrades darzustellen, also ob es sich um Rohstoffe, Halb- oder Fertigwaren handelt.

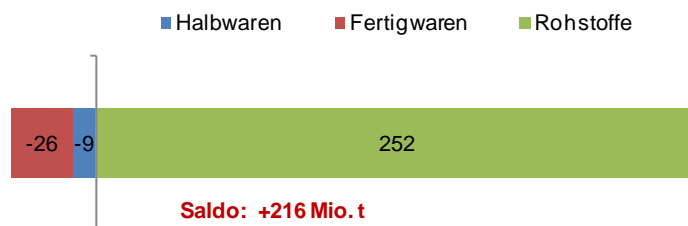


Abb. 37: Physische Handelsbilanz nach Fertigungsstufe, 2008 in Deutschland (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Dies ist in Abb. 37 für das Jahr 2008 dargestellt. Es wird ersichtlich, dass Deutschland nur bei den Rohstoffen einen Importüberschuss hat. Dieser beträgt 252 Mio. t. Anders sieht es bei den Halb- und Fertigwaren aus. Bei den Halbwaren wurden 10 Mio. t mehr ex- als importiert, bei den Fertigwaren sogar 26 Mio. t. Diese Ergebnisse bestätigten also die oben getroffene Schlussfolgerung der höheren Wertigkeit der Exporte pro Tonne.

Im Folgenden werden die Ergebnisse des *TMC** präsentiert. Dieser ergibt sich, wenn man vom *TMI* die Exporte abzieht. Er besteht somit aus der inländischen verwerteten Entnahme, der inländischen nichtverwerteten Entnahme und der „Physischen Handelsbilanz“. Da die nichtverwertete Entnahme nicht direkt im- oder exportiert wird, verändert sich diese Materialgruppe nicht im Vergleich zum *TMI*. Ansonsten ist anzumerken, dass in Abb. 38, die die den *TMC** zeigt, ebenfalls der *DMC-abiotisch* und der *DMC* ablesbar sind. Der *DMC* ergibt sich, wenn man die nichtverwertete inländische Entnahme abzieht, der *DMC-abiotisch* bei zusätzlichem Abzug der Biomasse. Eine Übersicht und ein Vergleich der Entwicklung der verschiedenen Verbrauchs-Indikatoren wird in Kapitel 5.6.2 vorgenommen, wenn alle Verbrauchs-Indikatoren vorgestellt sind.

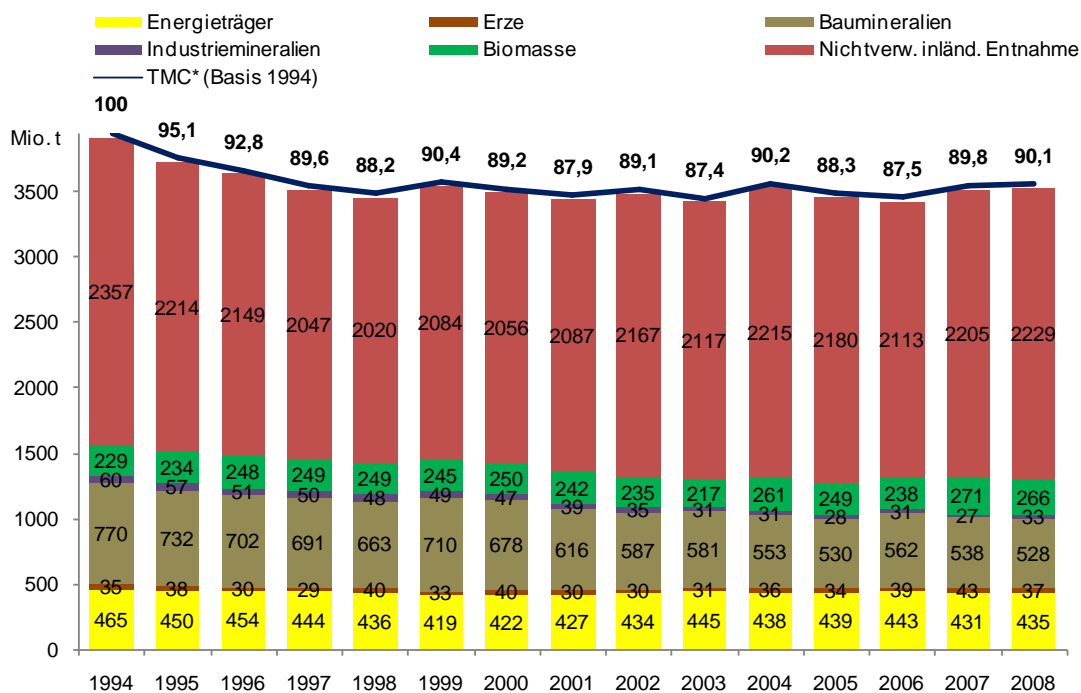


Abb. 38: TMC*, 1994-2008 in Deutschland (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

In Abb. 38 ist der *TMC**, seine Zusammensetzung und seine Entwicklung, für den Zeitraum 1994 bis 2008 dargestellt. Insgesamt zeigt sich für diesen Indikator eine Abnahme von 8,9%. Allerdings ist nur in den ersten vier Jahren bis 1998 ein fallender Trend ersichtlich. Seit diesem Jahr ist kein klarer Trend erkennbar. Der Wert aus dem Jahr 2008 liegt mit 90,1% um 1,9 Prozentpunkte höher als der Wert aus dem Jahr 1998. Vergleicht man den Trend des *TMC** mit seinem entsprechenden Einsatz-Indikator, dem *TMI* (siehe Kapitel 5.2.2), so zeigt sich, dass der *TMC** deutlicher gefallen ist als der *TMI*. So fiel der *TMI* um insgesamt 5,4%, der *TMC** hingegen um 8,9%.

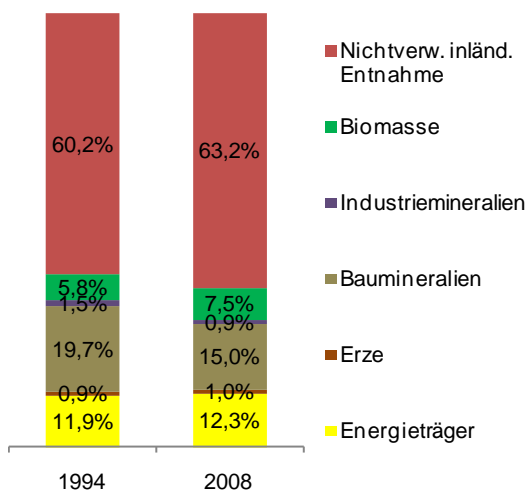
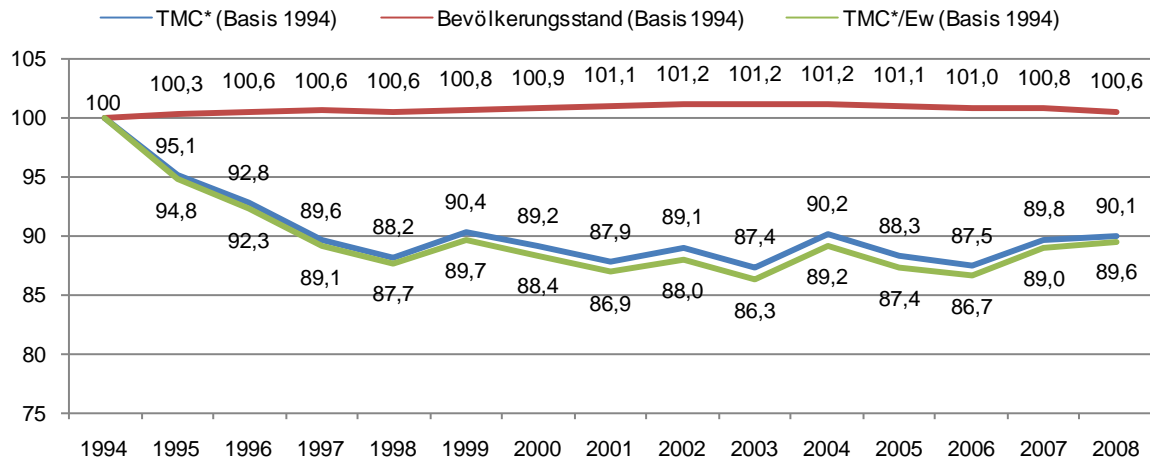


Abb. 39: Aufteilung des *TMC, 1994 und 2008**
(Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g;
eigene Darstellung)

Der Anteil der nichtverwerteten inländischen Entnahme ist von 60,2% im Jahr 1994 auf 63,2% im Jahr 2008 gestiegen (Abb. 39). Dieser hohe Anteil sorgt natürlich auch dafür, dass der Trend der nichtverwerteten inländischen Entnahme starken Einfluss auf den Gesamttrend des *TMC** hat. Den zweitgrößten Anteil machen die Baumineralien aus. Allerdings fiel ihr Verbrauch deutlich ab, nämlich um 242 Mill. t (-31,5%) von 770 Mio. t im Jahr 1994 auf 528 Mio. t. Damit fiel auch ihr Anteil am *TMC** deutlich um 4,7 Prozentpunkte auf 15,0%. Die Energieträger haben

den drittgrößten Anteil. Dabei nahm ihr Verbrauch bis 2008 um insgesamt 30 Mio. t (-7,4%) auf 435 Mio. t ab. Der niedrigste Wert wurde 1999 mit 419 Mio. t erreicht. Seitdem ist kein klarer Trend mehr zu erkennen. Ihr Anteil am *TMC** erhöhte sich leicht um 0,4 Prozentpunkte auf 12,3%. Die Biomasse folgt auf dem vierten Platz bezüglich ihres Anteils am *TMC**. Ihr Verbrauch stieg im Gegensatz zum Gesamttrend um 37 Mio. t (+16,2%) auf 266 Mio. t an. Deswegen erhöhte sich auch ihr Anteil am *TMC** um 1,7 Prozentpunkte auf 7,5%. Im Ranking nach dem Anteil am *TMC** des Jahres 2008 folgen nun die Erze. Dabei stieg der Verbrauch der Erze um 2 Mio. t (+4,6%) auf 37 Mio. t an. Damit erhöhte sich auch ihr Anteil um 0,1 Prozentpunkte auf 1,0%. Auf dem letzten Platz folgen die Industriemineralien. Ihr Verbrauch fiel deutlich um 27 Mio. t (-44,8%) auf 33 Mio. t. Damit fiel auch ihr Anteil am *TMC** um 0,6 Prozentpunkte auf 0,9%.



**Abb. 40: Entwicklung des TMC*/Ew, 1994-2008 in Deutschland
(Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)**

Da wir uns nun auf der Ebene des im Inland stattfindenden Verbrauchs von Materialien befinden, liegt eine Verknüpfung mit der Einwohnerzahl nahe. Dies macht die Ergebnisse international vergleichbar und berücksichtigt dabei zudem die Bevölkerungsentwicklung eines Landes. Man teilt also den Gesamtverbrauch durch die Einwohnerzahl. Die Daten zur Bevölkerungsentwicklung stammen vom Statistischen Bundesamt.¹⁶ Diese zeigen, dass der Bevölkerungsstand über die Zeit von 1994 bis 2008 recht konstant war. 1994 lag die Zahl der Einwohner bei 81,5 Mio. Einwohnern. Bis 2002 stieg sie um 1,0 Mio. Menschen auf 82,5 Mio. Einwohner an. Seitdem ist der Trend allerdings rückläufig: 2008 lebten mit 82,0 Millionen wieder eine halbe Million Menschen weniger in Deutschland als 2002. Insgesamt bewegt sich die Schwankung in einem Bereich von 1,2% im Vergleich zu 1994.

Für den *TMC** pro Einwohner (*TMC*/Ew*) bedeutet dies, dass er bei der Betrachtung seiner Entwicklung (Abb. 40) auf Grund der geringen Bevölkerungsschwankung minimal unter dem *TMC** liegt. Am größten ist der Unterschied natürlich im Jahr 2002 mit 1,1 Prozentpunkten unterschied, weil in diesem Jahr der Bevölkerungsstand am höchsten war. Durch den darauffolgenden Rückgang der Bevölkerung sinkt auch der Unterschied von *TMC** und *TMC*/Ew* auf nur noch 0,5 Prozentpunkte. So liegt der *TMC** bei 90,1%, der *TMC*/Ew* bei 89,6%.

¹⁶ DESTATIS Datenbank: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>
Code: 12411-0001; Inhalt: Bevölkerung: Deutschland, Stichtag; letztes Zugriffsdatum: 26.01.2011

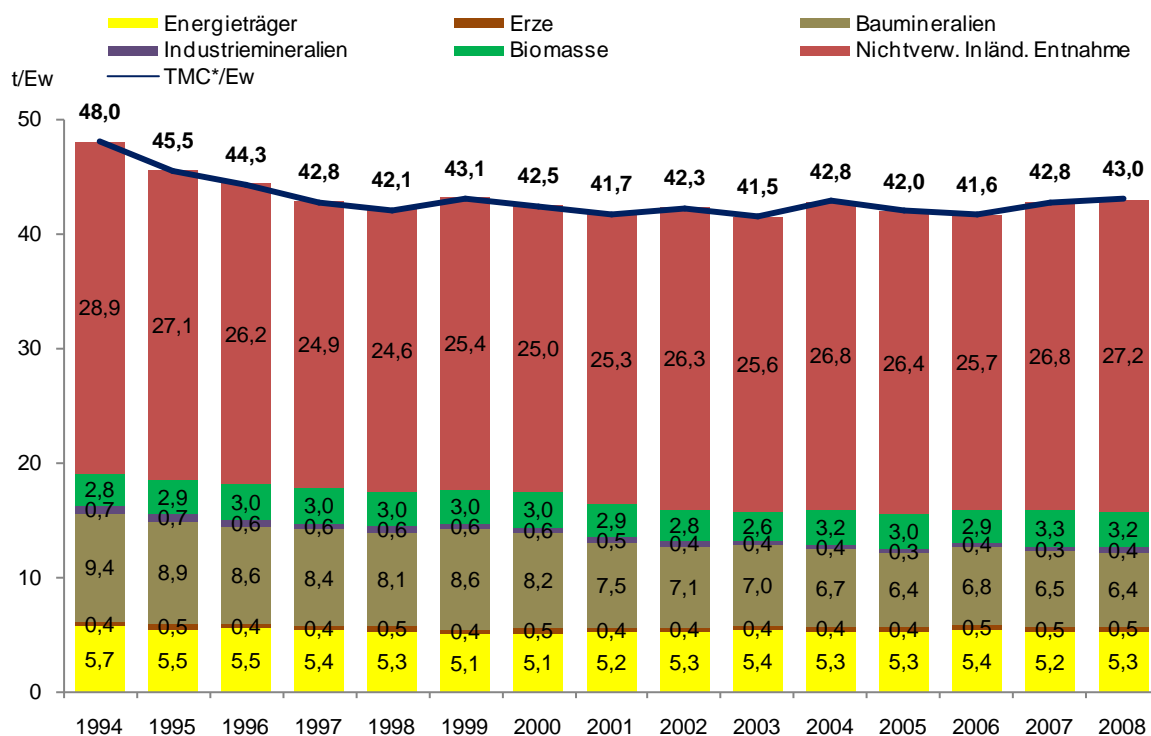


Abb. 41: TMC*/Ew, 1994-2008 in Deutschland
(Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung)

Nun kann man den *TMC*/Ew* natürlich auch wieder in die verschiedenen Materialgruppen aufteilen. Die Anteile dieser Materialgruppen am *TMC*/Ew* sind dabei identisch mit denen am *TMC**. Die Entwicklung insgesamt ist, wie oben bereits in Abb. 41 gezeigt, ebenfalls fast identisch mit der des *TMC**, da die Bevölkerung sich kaum veränderte. Insgesamt nahm der *TMC*/Ew* von 1994 bis 2008 um 5,0 t/Ew auf 43,0 t ab. Diese 43,0 t bestanden aus 27,2 t nichtverwerteter inländischer Entnahme, 6,4 t Baumineralien, 5,3 t Energieträgern, 3,2 t Biomasse, 0,5 t Erzen und 0,4 t Industriemineralien.

5.4.2.2 Integration der Rohstoffäquivalente der Exporte

Kommen wir nun zur Integration der Rohstoffäquivalente und damit zur Darstellung der Ergebnisse des *TMC*-RÄ*. Bevor diese gezeigt werden, wird aber erst die „Physische Handelsbilanz“ erweitert um die Rohstoffäquivalente („Physische Handelsbilanz-RÄ“) dargestellt (Abb. 42).

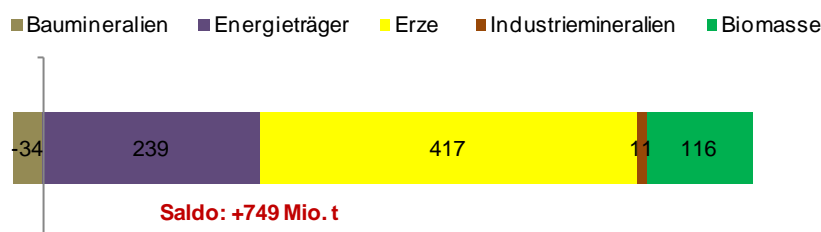


Abb. 42: Physische Handelsbilanz-RÄ nach Materialgruppen, 2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

Die Einbeziehung der Rohstoffäquivalente sorgt dafür, dass der Importüberschuss nun deutlich größer ist, als ohne die Rohstoffäquivalente. Wurde bei der Physischen Handelsbilanz ohne die RÄ ein Importüberschuss von „nur“ 216 Mio. t angegeben, ist es nun mit 749 Mio. t mehr als das Dreifache dieses Wertes. Die größte Veränderung ergab sich für die Erze. Statt 37 Mio. t stehen hier nun 417 Mio. t zu Buche, was etwa dem 11-fachen entspricht. Auch die Biomasse hat sich deutlich verändert: Wurden zuvor nur 5 Mio. t angegeben, so sind es nun 116 Mio. t. Die Energieträger veränderten sich hingegen deutlich weniger. Hier stieg der Wert leicht von 226 Mio. t auf 239 Mio. t. Bei den Industriemineralien sorgt die Einbeziehung dafür, dass nun statt eines Exportüberschusses von 27 Mio. t ein Importüberschuss von 11 Mio. t ausgewiesen wird. Die Baumineralien sind deswegen nun die einzige Materialgruppe, die einen Exportüberschuss ausweist. Dieser beträgt nun 34 Mio. t.

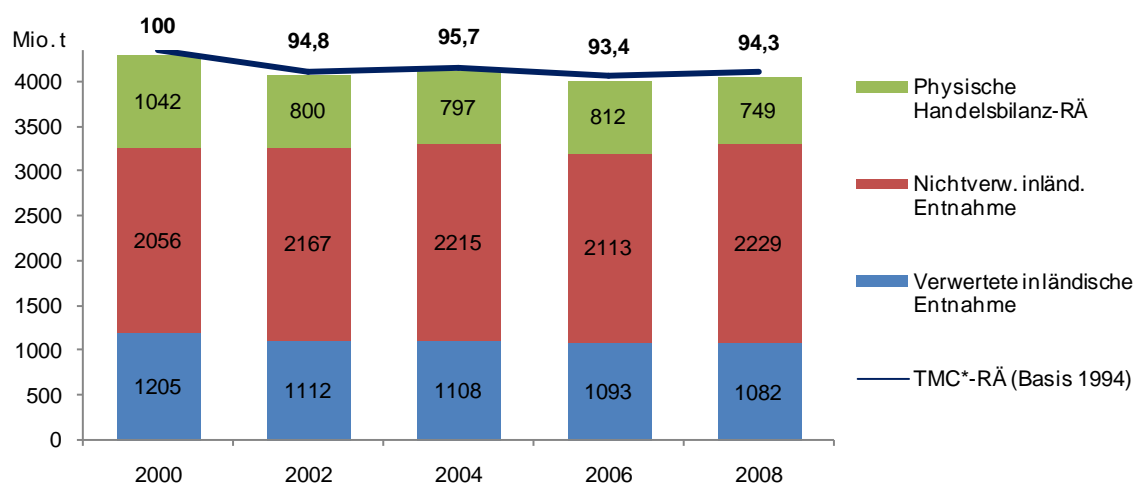


Abb. 43: TMC*-RÄ, 2000-2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

In Abb. 43 ist die Aufteilung und Entwicklung des *TMC*-RÄ* dargestellt. Er ist dabei aufgeteilt in die Posten *Verwertete inländische Entnahme*, *Nichtverwertete inländische Entnahme* und die eben vorgestellte *Physische Handelsbilanz-RÄ*.

Für die Gesamtentwicklung des Indikators lässt sich festhalten, dass er bis 2008 um insgesamt 5,7% (-243 Mio. t) gefallen ist. Der Hauptteil dieses Rückgangs (5,2%) fand dabei bis 2002 statt. Vergleicht man die Entwicklung des *TMC*-RÄ* mit seinem Pendant bei den Einsatz-Indikatoren, dem *TMI-RÄ* (siehe Kapitel 5.3.2), so zeigen sich deutliche Unterschiede. So stieg der *TMI-RÄ* um 5,0%. Das ist ein Unterschied von insgesamt 10,7 Prozentpunkten zwischen dem Einsatz- und Verbrauchs-Indikator. Erklären lässt sich dieser durch den sehr stark steigenden Export, sowohl der direkte als auch der in Rohstoffäquivalenten. Es wird also ein größerer Anteil wieder exportiert. Dies lässt sich an der fallenden *Physischen Handelsbilanz-RÄ* sehen. Diese nahm um insgesamt 293 Mio. t (-28,2%) von 1042 Mio. t auf 749 Mio. t ab.

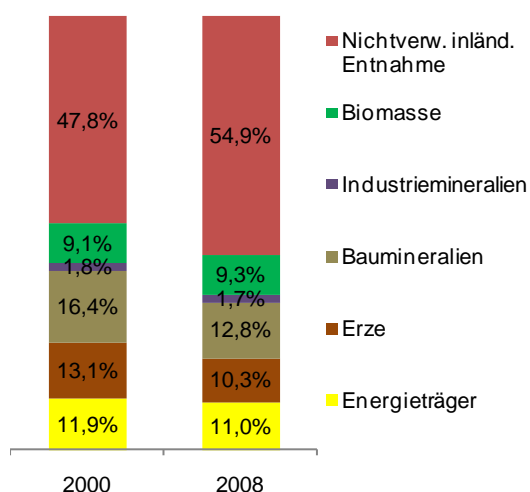


Abb. 44: Aufteilung des TMC*-RÄ, 2000 und 2008
(Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g, Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

In Abb. 44 ist nun der *TMC*-RÄ* aufgesplittet nach den Materialarten für die Jahre 2000 und 2008 dargestellt. Die nichtverwertete inländische Entnahme macht mit 2229 Mio. t den Hauptteil aus. Es folgen die Baumineralien mit 518 Mio. t, die Energieträger mit 448 Mio. t, die Erze mit 417 Mio. t, die Energieträger Biomasse mit 377 Mio. t und die Industriemineralien mit 71 Mio. t. Im Vergleich zum Jahr 2000 ist dabei bei allen verwerteten Materialien ein Rückgang zu beobachten. Nur die nichtverwertete inländische Entnahme steigt an.

In Abb. 45 ist der *TMC*-RÄ* pro Kopf für den Zeitraum 2000 bis 2008 dargestellt. Dieser fiel von 52,3 t/Ew auf 49,5 t/Ew. Dabei setzte sich dieser im Jahr 2008 aus 27,2 t nichtverwerteter inländischer Entnahme, 6,3 t Baumineralien, 5,5 t Energieträgern, 5,1 t Erzen, 4,6 t Biomasse und 0,9 t Industriemineralien zusammen.

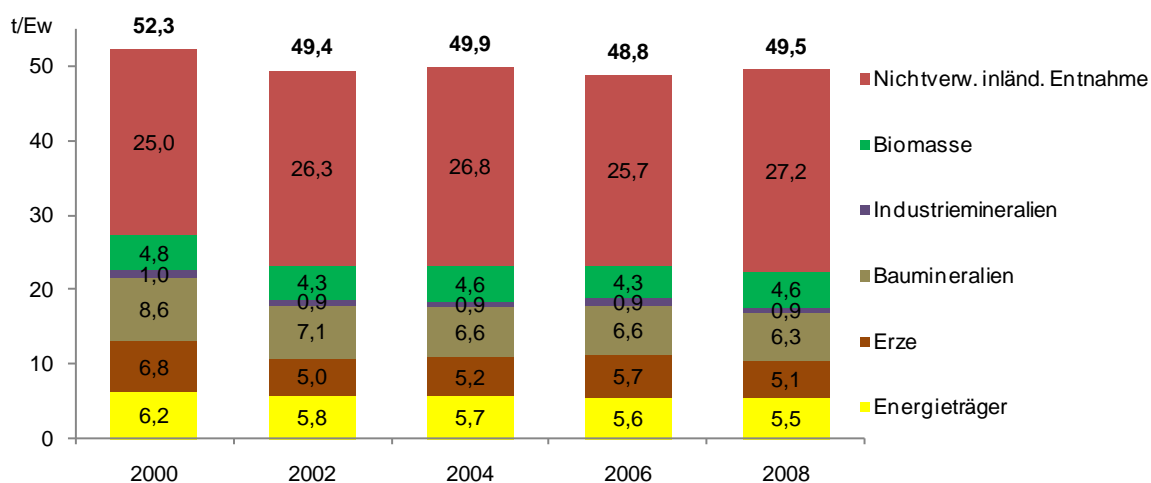


Abb. 45: TMC*-RÄ/Ew, 2000-2008 in Deutschland
(Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

5.5 Environmentally-weighted Material Consumption (EMC) – Welche ökologischen Auswirkungen hat der Materialverbrauch?

Der Indikator ‚Environmentally-weighted Material Consumption‘ (*EMC*) wurde im Rahmen der europäischen „Thematische(n) Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen“ (Kommission der Europäischen Gemeinschaft 2005) entwickelt und sollte für die Messung einer „absoluten Entkopplung“ des wirtschaftlichen Wachstums von den Umweltauswirkungen eingesetzt werden. Zusammen mit dem *BIP* und dem *DMC* ist auch vom Konzept der „doppelten Entkopplung“ („double decoupling“) die Rede. So soll die

Ressourcenproduktivität (*BIP/DMC*) die Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourcenverbrauch und der *EMC* die Entkopplung des Ressourcenverbrauchs von den Umweltauswirkungen messen (van der Voet et al. 2009, S. 64). Um eine größere Konsistenz der Indikatoren zu erreichen bzw. zu erhalten sollte der *EMC* grundsätzlich auf den Daten des *DMC*, und damit auf den Materialflussrechnungen, aufbauen.¹⁷ Prinzipiell beruht die Berechnung des *EMC* auf zwei Pfeilern, nämlich:

- den „cradle-to-grave impacts“ („Von der Wiege bis zum Grab“-Umweltauswirkungen) pro Kilogramm eines Materials, und
- dem Gewicht der jeweiligen verbrauchten Materialien

Es müssen also zum einen ‚cradle-to-grave impacts‘ („Von der Wiege bis zum Grab“-Umweltauswirkungen) pro Kilogramm eines Materials berechnet und zum anderen die verbrauchten Materialien möglichst komplett und doppelzählungsfrei erfasst werden. Wie genau die Berechnungsweise aussieht und welche Schwierigkeiten dabei auftreten, wird in Kapitel 5.5.1 erläutert. Darauf folgt die Vorstellung der Ergebnisse des *EMC* in Kapitel 5.5.2.

5.5.1 Methodik

Eine mögliche Definition des *EMC* lautet:

Die Environmentally-Weighted Material Consumption (EMC) drückt das globale Umweltauswirkungspotenzial der cradle-to-grave-Ketten des Verbrauchs von „neuen“ Materialien aus, der jährlich in einer nationalen Ökonomie auftritt (van der Voet et al. 2005a, S. 150).

Die Methodik umfassend darzustellen wäre zu umfangreich für diese Arbeit. Deswegen wurde, wie bei der Berechnung der Rohstoffäquivalente (siehe Kapitel 0), die Methodik in wenige Schritte zusammengefasst, um dadurch ein grundsätzliches Verständnis der Berechnungsweise zu ermöglichen. In Schritt 1 wird festgelegt, auf welcher Materialebene der Materialverbrauch erfasst werden soll. Dies ist notwendig um im 2. Schritt über das Konzept der Lebenszyklus-Analyse (LCA) die Umweltauswirkungen pro Kilogramm dieser Materialien zu errechnen. In Schritt 3 wird dann auf die Problematik eingegangen den Materialverbrauch richtig zu erfassen, der dann in Schritt 4 mit den Umweltauswirkungen pro Kilogramm multipliziert wird. Da bis zu dieser Stufe noch zwischen verschiedenen Umweltauswirkungskategorien unterschieden wird, letztlich allerdings ein einzelner Indikator entstehen soll, muss noch eine Gewichtung vorgenommen werden. Auf diesen Vorgang wird in Schritt 5 eingegangen.

¹⁷ Hier wurde der *DMC* gewählt, da auf europäischer Ebene die Vergleichbarkeit zwischen Ländern und die Doppelzählungsfreiheit im Fokus steht.

Schritt 1: Welche Materialien werden einbezogen?

Um Aussagen darüber treffen zu können, welche Umweltauswirkungen durch den Materialverbrauch entstehen, muss zunächst einmal festgelegt werden, auf welcher Fertigungsebene die betrachteten Materialien liegen. Grundsätzlich gibt es hier drei Optionen:

- Option 1: Rohstoff-Ebene (wie bei den RÄ in 5.3)
- Option 2: Ebene der „fertigen Halbwaren“ („finished materials“)
- Option 3: Ebene der Produkte

Diese Festlegung ist notwendig, da ansonsten Doppelzählungen auftreten würden, wenn der oben erwähnte Lebenszyklus-Ansatz angewendet wird. Für jede Option gibt es Gründe die dafür oder dagegen sprechen.

Für die Rohstoff-Ebene wären die Daten aus den MFA relativ leicht übertragbar und deswegen eine große Nähe zum *DMC* vorhanden, weil der Hauptteil der Materialien in den MFA in Form von Rohstoffen vorliegt. Außerdem kann hier das Problem potenzieller Doppelzählungen leicht vermieden werden, weil man sich auf der ersten Ebene der Ressourcennutzung befindet und die Rohstoffe klar definiert sind. Allerdings besteht das Problem der Relevanz der gewonnenen Erkenntnisse, da aus den Rohstoffen sehr verschiedene fertige Materialien und schließlich Produkte hergestellt werden. So ist z.B. Sand unter anderem in Glas und Beton enthalten; Erdöl in Benzin und Plastik. Es wäre also nicht möglich, Aussagen über die Umweltauswirkungen des Benzinverbrauchs zu treffen, da in den Umweltauswirkungen des Rohstoffes Erdöl auch andere Produkte mit eingeschlossen sind.

Für die Ebene der „fertigen Halbwaren“ („finished materials“) muss zunächst definiert werden, was mit diesem Ausdruck gemeint ist. Allgemein sind Halbwaren Materialien, die zwischen den Rohstoffen und den fertigen Produkten stehen. Beispiele sind Glas, im Gegensatz zu Sand als Rohstoff und Flaschen als Produkt oder Stahl im Gegensatz zu Eisenerz oder Automobilen. Der Vorteil ist, dass eine größere Gliederungstiefe als bei den Rohstoffen möglich ist und somit auch bessere Analysemöglichkeiten bestehen. Doppelzählungen können hier allerdings ein größeres Problem darstellen, da es mehrere Stufen von Halbwaren gibt und man deswegen genau festlegen muss, welche Stufe der Halbwaren ausgewählt wird. Hier wird versucht, die so nah wie möglich an einem fertigen Produkt befindlichen Halbwaren auszusuchen, die als „finished materials“ bezeichnet werden und hier zu „fertigen Halbwaren“ übersetzt wurden. Das führt allerdings dazu, dass bestimmte Halbwaren komplett aus dem Raster fallen, obwohl eine Analyse dieser vielleicht von Interesse gewesen wäre. Zum Beispiel wird Dünger nicht mehr einzeln aufgeführt, da er allein in der Herstellung von anderen Halbwaren, z.B. Baumwollfasern, eingesetzt wird. Problematisch ist auch, dass die Verknüpfung mit den MFA schwieriger wird, weil dort die inländische Entnahme nur in Rohstoffen angegeben wird.

Die Ebene der Produkte bietet den Vorteil, dass sie sehr spezifische Analysen zulässt. Das ist allerdings auch ihr großer Nachteil, denn eine Analyse auf dieser Ebene würde Unmengen an Berechnungen erfordern. Zusätzlich wäre die Entfernung von den MFA noch größer.

Nach Abwägung der Argumente entschieden sich die Ersteller des *EMC* für Option 2, die Ebene der „fertigen Halbwaren“ (van der Voet et al. 2005a, S. 34). Bei der Auswahl der Materialien spielten auch Limitationen bezüglich der Datenverfügbarkeit eine entscheidende Rolle. Insgesamt weisen die Ergebnisse des *EMC* 31 „fertige Halbwaren“ (21 abiotisch, 10 biotisch) aus.¹⁸

Schritt 2: Welche Umweltauswirkungen hat ein Material pro Kilogramm?

Als nächstes müssen die Umweltauswirkungen pro Kilogramm der jeweiligen „fertigen Halbware“ berechnet werden. Dazu wurde das Konzept der Lebenszyklus-Analyse (LCA) angewendet. Das bedeutet, dass über Datenbanken, die Informationen über Lebenszyklen von Gütern enthalten, die Umweltauswirkungen pro Kilogramm „fertiger Halbware“ errechnet werden. Dafür kam beim *EMC* die ETH-Datenbank (Frischknecht et al. 1996) zum Einsatz. Diese enthält zahlreiche Informationen über die ökonomischen und ökologischen In- und Outputs verschiedener Industrie-, Energieproduktions- und Abfallbeseitigungsprozesse und wurde für den Einsatz beim *EMC* noch erweitert. Dabei werden die ‚cradle-to-grave impacts‘, also die Umweltauswirkungen von der Extraktion über die Weiterverarbeitung, den Transport, die Nutzung bis hin zur Entsorgung erfasst. Dies steht im Gegensatz zum ‚cradle-to-gate‘-Konzept, bei dem die Nutzung und die Entsorgung ausgeklammert werden. Bei der Nutzung wird allerdings die Einschränkung vorgenommen, dass der Energieverbrauch, den ein Produkt (z.B. ein Kühlschrank) verursacht, diesem nicht zugerechnet wird, sondern „nur“ die Emissionen die durch das Produkt an sich entstehen. Das hat den Grund, dass der Energieverbrauch dem Produkt nicht inhärent ist, also vom Konsumenten abhängt, und außerdem bereits durch den Verbrauch von Energieträgern in den *EMC* eingeht.

Aus den Informationen der ETH-Datenbank wurden Prozessketten gebildet über die die Umweltauswirkungen der verschiedenen Materialien auf jeder Stufe aggregiert wurden, so dass am Ende die verschiedenen Umweltauswirkungen pro Kilogramm „fertiger Halbware“ entstanden. Eine Software (Chain Management by Life Cycle Assessment (CMLCA)) überführte diese Daten schließlich in eine begrenzte Anzahl von Umweltauswirkungskategorien. Diese sind:

¹⁸ Eine genaue Auflistung der vom *EMC* ausgewiesenen Güter ist in Anhang V zu finden.

Tab. 7: Umweltauswirkungskategorien des EMC (Quelle: van der Voet et al. 2005a; eigene Darstellung)

Umweltauswirkungskategorien	
Globale Erwärmung <i>global warming</i>	Süßwasser-Ökotoxizität <i>aquatic ecotoxicity</i>
Abbau des stratosphärischen Ozons <i>stratospheric ozone depletion</i>	terrestrische Ökotoxizität <i>terrestrial ecotoxicity</i>
Versauerung <i>acidification</i>	Meeresökotoxizität <i>marine ecotoxicity</i>
Eutrophierung <i>eutrophication</i>	Anfall endgültiger fester Abfälle <i>final solid waste generation</i>
Photochemische Ozonbildung <i>photochemical ozone formation</i>	Strahlung <i>radiation</i>
Erschöpfung abiotischer Rohstoffe <i>abiotic resource depletion</i>	Konkurrenz um Landnutzung <i>land use competition</i>
Humantoxizität <i>human toxicity</i>	

Um allerdings auf diese 13 Kategorien zu kommen, müssen zwangsläufig Größen zusammengerechnet werden, die zunächst unterschiedliche Einheiten haben. Als Beispiel können verschiedene Treibhausgase wie Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Methan (CH₄) genannt werden. Hier wird auf die, vor allem von den Treibhausgasen, bekannte Methodik der Äquivalente-Umrechnung zurückgegriffen. Im konkreten Fall des Erderwärmungspotenzials werden alle Treibhausgase in CO₂-Äquivalente umgerechnet; bei dem Potenzial der Erschöpfung abiotischer Rohstoffe ist beispielsweise das Halbmetall Antimon die Grundlage. Dies ist möglich, da hier ein direkter kausaler Zusammenhang zwischen den einzelnen Wirkungen besteht.¹⁹

Schritt 3: Wie berechnet man den Verbrauch der Materialien?

In den ersten beiden Schritten wurde nun also bestimmt, auf welcher Ebene der Materialverbrauch berechnet werden soll, nämlich auf der der „fertigen Halbwaren“. Die Umweltauswirkungen dieser Materialien pro Kilogramm wurden ebenfalls errechnet. Nun bleibt die Frage, wie man die Menge der verbrauchten „fertigen Halbwaren“ berechnet. Der *DMC* misst den Verbrauch durch die Betrachtung folgender Materialflüsse:

$$\text{Inländische Entnahme} + \text{Import} - \text{Export} = \text{DMC}$$

Der *DMC* weist dabei die inländische Entnahme in Rohstoffen aus. Bei den Im- und Exporten werden außerdem Halb- und Fertigwaren ausgewiesen. Um nun aber eine Verknüpfung des oben vorgestellten Ansatzes der Umweltauswirkungen pro Kilogramm „fertiger Halbwaren“ mit dem Verbrauch herstellen zu können würde aber idealerweise der sichtbare Verbrauch („apparent consumption“) der „fertigen Halbwaren“ benötigt. Dieser ist definiert als:

¹⁹ Wie in Schritt 5 zu sehen sein wird, ist dies für die Aggregation der 13 Umweltauswirkungskategorien zu einem einzelnen Indikator deutlich schwieriger.

Produktion + Import – Export = sichtbarer Verbrauch

Entscheidend ist hierbei der Unterschied zwischen „Inländischer Entnahme“ und „Produktion“. Zur Produktion werden nämlich neben den inländischen Entnahmen, also Primärmaterialien, auch Sekundärmaterialien (recycelte Materialien) eingesetzt. In einigen Bereichen, z.B. Glas oder Papier, machen diese einen beachtlichen Anteil aus.

Der *DMC* sollte allerdings als Basis der Berechnung erhalten werden. Dies war eine Voraussetzung bei der Erstellung des Indikators. Um auf verwendbare Zahlen des Materialverbrauchs von „fertigen Halbwaren“ zu gelangen, wurden die dem *DMC* zugrunde liegenden Materialflussrechnungen (MFA) deswegen in „fertige Halbwaren“ umgerechnet. Bei den Rohstoffen und den sich noch nicht auf der richtigen Ebene befindlichen Halbwaren wurde dies durch die Verwendung von Schätzungen auf Basis von Produktionsstatistiken errechnet.²⁰ Allerdings konnten „fertige Halbwaren“, die in importierten Fertigwaren enthalten waren, nicht berücksichtigt werden. Denn diese zurückzurechnen auf die einzelnen „fertigen Halbwaren“ war auf Grund ihrer extremen Vielfalt und fehlenden Daten zu ihrer genauen Zusammensetzung nicht möglich. Dies ist natürlich eine große Ungenauigkeit, wird aber als noch akzeptabel angesehen, weil die Autoren meinen, dass der Fluss bezüglich der Fertigwaren im Vergleich zu den Flüssen der Rohstoffe vergleichsweise klein ist und deswegen der Fehler nicht zu groß sein wird (van der Voet et al. 2005a, S. 39). Neben den Fertigwaren werden auch die Sekundärmaterialien durch diese Berechnungsweise nicht mit eingeschlossen. Es werden also „nur“ die Rohstoffe und Halbwaren der MFA, umgerechnet in „fertige Halbwaren“, beim Materialverbrauch ausgewiesen.

Schritt 4: Zusammenführung von Umweltauswirkung und Verbrauch

Nach der Berechnung des Verbrauchs können nun die vorhandenen Ergebnisse zu den Umweltauswirkungskategorien des *EMC* zusammengeführt werden. Dazu müssen zunächst die unterschiedlichen Umweltauswirkungen der verschiedenen Materialien ausgerechnet werden. Um die Ergebnisse für die verschiedenen Umweltauswirkungskategorien eines Landes darzustellen, werden für alle Materialien und für alle Belastungsfaktoren diese Berechnungen durchgeführt und anschließend aggregiert. Diese Zahlen werden darauf folgend einer „Normierung“ unterzogen. Das bedeutet, dass die erhaltenen Daten auf eine Basis bezogen werden. Beispielsweise wird bei der Globalen Erwärmung der Ausstoß der CO₂-Äquivalente Deutschlands auf den globalen Ausstoß von CO₂-Äquivalenten aus dem Jahr 1995 bezogen, also der Anteil der deutschen CO₂-Äquivalente an den weltweiten CO₂-Äquivalenten von 1995 berechnet. Für alle Umweltauswirkungskat-

²⁰ Als Datenquelle für die Schätzungen wurden hauptsächlich zwei Quellen verwendet: U.S. Geological Survey 2004; Frischknecht et al. 1996

tegorien wurde dabei das Jahr 1995 als Basisjahr gewählt. Das führt dazu, dass wir bei einer Zusammenfassung der Umweltauswirkungskategorien die Umweltauswirkungen der Welt von 1995 als Basis erhalten (in der Studie „World 1995“ genannt). Durch die Beibehaltung dieser Basis über alle Jahre ergibt sich, dass in den anderen Jahren (außer 1995) des betrachteten Zeitraums die Aggregation aller Anteile der jeweiligen Umweltauswirkungskategorien nicht 100% ergeben müssen. Das Ergebnis ist jeweils eine Prozentzahl. Dies ist notwendig, um im folgenden fünften Schritt eine Aggregation der einzelnen Umweltauswirkungskategorien vornehmen zu können.

Schritt 5: Aggregation zu einem Indikator

Nun bleibt allerdings die Frage, wie man von diesen 13 Einzelindikatoren der Umweltauswirkungen auf einen einzelnen Indikator, den EMC, kommt. Hierzu bedarf es augenscheinlich einer Gewichtung. Durch die „Normierung“ liegen die Ergebnisse in derselben Einheit, nämlich einer Prozentzahl, vor. Deswegen ist eine Zusammenfassung zu einem einzelnen Indikator theoretisch relativ problemlos. Es muss allerdings die Frage geklärt werden, welche Wichtigkeit man den verschiedenen Umweltauswirkungskategorien beimisst. Ist die Globale Erwärmung wichtiger als die Erschöpfung abiotischer Rohstoffe? Hier eine Antwort zu finden ist sehr schwierig und hängt vor allem auch von völlig unterschiedlichen Interessen und Sichtweisen ab. Für den EMC wurden verschiedene Gewichtungsmöglichkeiten durchgespielt, die auf verschiedenen Studien beruhen. Da aber keine Gewichtung absolut überzeugen konnte, legte man sich zunächst auf eine gleichmäßige fest. Allerdings wurde, um eine zu starke Gewichtung der Toxizität zu vermeiden (und auf Grund fehlender Datensicherheit), die Meeresökotoxizität herausgenommen und die verbleibende Gewichtung der drei Toxizitäten auf ein Drittel reduziert.²¹ Die daraus resultierende Gewichtung ist in Tab. 8 zu sehen.

Tab. 8: Gewichtung des EMC (Quelle: van der Voet et al. 2005a; eigene Darstellung)

Globale Erwärmung	Abbaus des stratosphärischen Ozons	Versauerung	Eutrophierung	photochemische Ozonbildung	Erschöpfung abiotischer Rohstoffe	Humantoxizität	Süßwasser- Ökotoxizität	terrestrische Ökotoxizität	Anfall endgültiger fester Abfälle	Strahlung	Konkurrenz um Landnutzung
10%	10%	10%	10%	10%	10%	3,3%	3,3%	3,3%	10%	10%	10%

Natürlich muss die Aussagekraft eines in dieser Art gewichteten Indikators immer mit Vorsicht genossen werden; im Zweifelsfall sollte mindestens auf die niedrigeren Aggregationsstufen zurückgegriffen werden, um tiefere Einblicke zu erhalten. Da aber die Zielset-

²¹ Zu näheren Informationen über mögliche Gewichtungen siehe: van der Voet et al. 2005b, S.50ff

zung eines einzelnen Umweltauswirkungs-Indikators gegeben war, ist dieser Schritt unabdingbar.

Als Datenquelle für die im folgenden Kapitel vorgestellten Ergebnisse des *EMC* wurde allein die Studie, in der der *EMC* entwickelt wurde genutzt (van der Voet et al. 2005a). Dabei stehen die Daten des *EMC* online zur Verfügung.²²

5.5.2 Ergebnisse

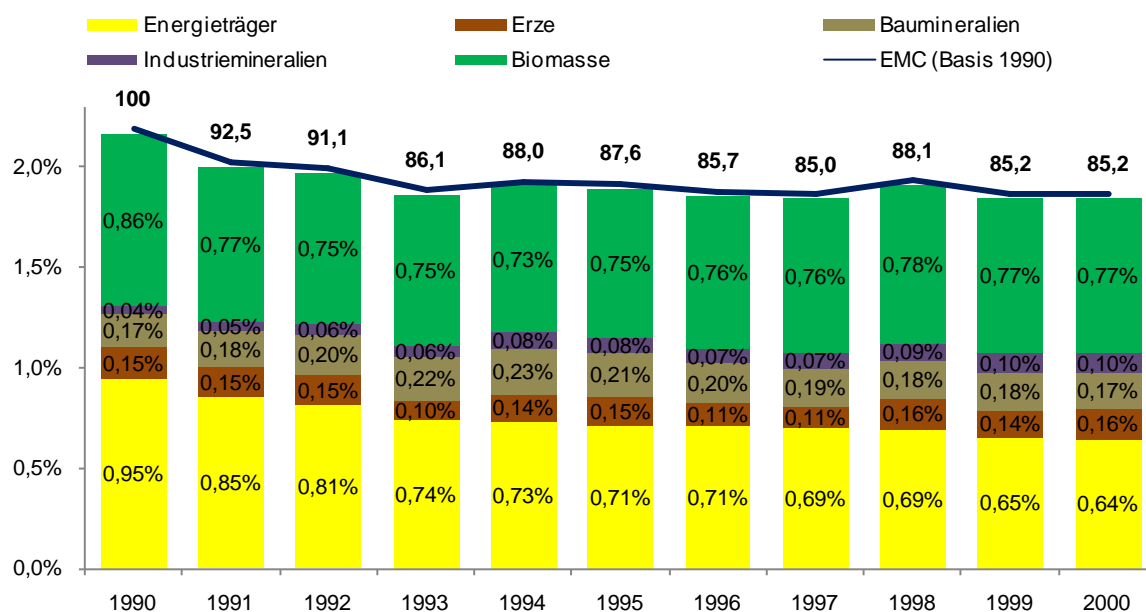


Abb. 46: EMC, 1990-2000 in Deutschland (Quelle: van der Voet et al. 2005a; eigene Darstellung)

Die Abb. 46 zeigt den *EMC*, aufgeteilt in die bekannten Materialgruppen, für den Zeitraum 1990 bis 2000. Leider sind keine aktuelleren Daten zu diesem Indikator verfügbar. Der *EMC* gibt an, welchen prozentualen Anteil Deutschland durch seinen Materialverbrauch an den gesamten weltweiten Umweltauswirkungen hat. Nach den Ergebnissen des *EMC* war Deutschland im Jahr 1990 für 2,16% der Umweltauswirkungen verantwortlich. Bis zum Jahr 2000 fielen diese um insgesamt 14,8 Prozentpunkte auf einen Anteil von 1,84%. Dabei ist jedoch zu beobachten, dass der Rückgang fast komplett in den ersten drei Jahren bis 1993 stattfand. Die bis dahin erreichten 13,9% Minderung hängen wahrscheinlich stark mit den Veränderungen durch die Wiedervereinigung zusammen. Seitdem ist kein klarer Trend beim *EMC* mehr erkennbar.

²² Internetadresse zu den Daten des EMC:

Allgemein: <http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/projects/dematerialisation/index.html>

Excel-Datei für Deutschland: http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/projects/dematerialisation/impacts1990-2000_deu.xls, letztes Zugriffsdatum: 02.03.2011

Die hier genutzten Daten sind außerdem in Form einer Tabelle in Anhang VI zu finden.

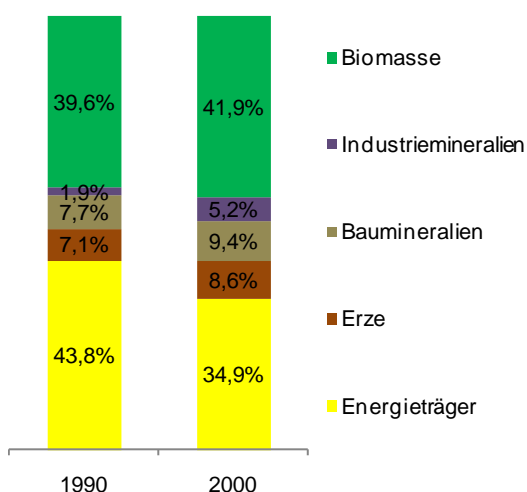


Abb. 47: Aufteilung des EMC, 1990 und 2000
(Quellen: van der Voet et al. 2005a;
eigene Darstellung)

Betrachtet man die Zusammensetzung des *EMC* nach den Materialgruppen (Abb. 47) so fällt auf, dass die Biomasse und die Energieträger für den Großteil der deutschen Umweltauswirkungen verantwortlich sind. Die drei anderen Gruppen spielen eher eine untergeordnete Rolle. Im Jahr 1990 waren die Energieträger für 43,8% der deutschen Umweltauswirkungen verantwortlich. Bis zum Jahr 2000 fiel dieser Anteil auf 34,9%. Die Biomasse war 1990 für 39,6% verantwortlich, im Jahr 2000 für 41,9%. Damit verursachten sie im Jahr 2000 den größten Teil

der deutschen Umweltauswirkungen. Die Erze waren 1990 für 7,1% der deutschen Umweltauswirkungen verantwortlich. Ihr Anteil stieg bis 2000 auf 8,6%. Bei den Baumineralien waren es 1990 7,7%, im Jahr 2000 9,4%. Auf dem „letzten“ Platz folgen schließlich die Industriemineralien. Ihr Anteil stieg allerdings recht stark von 1,9% auf 5,2%.

Es bleibt also festzuhalten, dass laut der Ergebnisse des *EMC* der Anteil Deutschlands an den globalen Umweltauswirkungen, gemessen an den auf 1995 normierten globalen Umweltauswirkungen, im Vergleich von 1990 zu 2000 um 14,8 Prozentpunkte von 2,16% auf 1,84% zurückging. Den größten Anteil an diesen Umweltauswirkungen hatte die Biomasse mit 41,9%, gefolgt von den Energieträgern mit 34,9%. Seit 1993 ist allerdings eine Stagnation zu verzeichnen. Die hier vorgestellten Ergebnisse müssen allerdings auf Grund der Schwächen des Indikators mit äußerster Vorsicht interpretiert werden.

5.6 Vergleich der Ergebnisse

Hier werden noch einmal kurz die Entwicklung und Zusammensetzung der verschiedenen Indikatoren gegenübergestellt. Dabei wird zwischen den Einsatz- und Verbrauchsindikatoren unterschieden. Alle Indikatoren wurden dafür auf das Basisjahr 2000 normiert, da für dieses Jahr Daten für alle Indikatoren vorliegen.²³

²³ Zur Auffrischung über die Zusammensetzung der verschiedenen Indikatoren sei auf die Übersichtstabelle der Indikatoren in Anhang VII verwiesen. In Anhang VIII sind zudem die Daten zu den Einsatz-Indikatoren, in Anhang IX die der Verbrauchs-Indikatoren aufgeführt.

5.6.1 Die Einsatz-Indikatoren

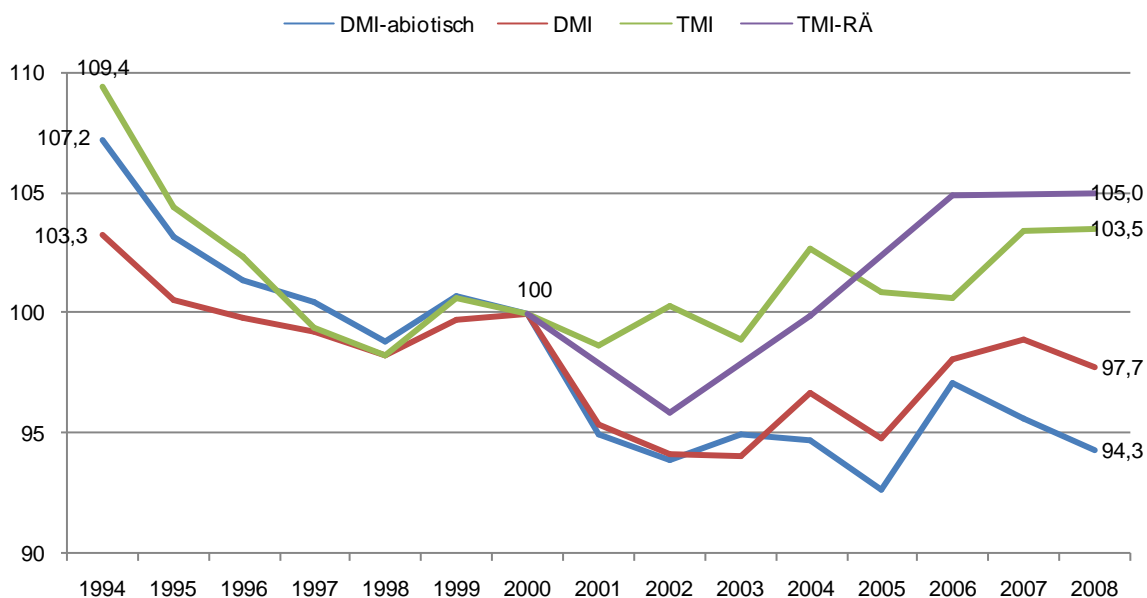


Abb. 48: Entwicklung der Einsatz-Indikatoren, 1994-2008 in Deutschland
(Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

In Abb. 48 ist die Entwicklung des *DMI-abiotisch*, des *DMI*, des *TMI* und des *TMI-RÄ* dargestellt. Für die Rohstoffäquivalente liegen leider nur Daten ab dem Jahr 2000 vor. Deswegen können zum einen Vergleiche mit diesen Indikatoren nur ab diesem Jahr vorgenommen, zum anderen mussten alle Indikatoren auf das Jahr 2000 normiert werden. Für die Zeit von 1994 bis 2000 lassen sich allerdings die drei restlichen Indikatoren ohne RÄ vergleichen. Hier wird ersichtlich, dass der *TMI* am stärksten gefallen ist. Er fiel bis 2000 um 9,4 Prozentpunkte. Der *DMI-abiotisch* ist etwas weniger gefallen. Er lag 2000 um 7,2 Prozentpunkte niedriger. Der *DMI* ist schließlich am wenigsten gefallen. Er fiel bis 2000 nur um 3,3 Prozentpunkte.

Ab dem Jahr 2000 können nun alle vier Indikatoren miteinander verglichen werden. Der *DMI-abiotisch* ist bis 2008 mit einem Rückgang von 5,7% am stärksten gefallen. Durch die Einbeziehung der biotischen Materialien ist der *DMI* nur noch um 2,3% gefallen. Rechnet man die nichtverwertete Entnahme hinzu, erhält man den *TMI*. Dieser ist im Gegensatz zu den beiden vorherigen Indikatoren im Vergleich zum Jahr 2000 um 3,5% gestiegen. Rechnet man zusätzlich noch die Rohstoffäquivalente hinzu erhält man den *TMI-RÄ*. Dieser ist noch ein bisschen stärker, nämlich um 5,0%, gestiegen.

Es scheint also so, dass je kompletter unser Bild durch Hinzufügen weiterer Materialflüsse wird, desto eher zeigt sich ein steigender, statt eines fallenden Trends. Vergleicht man den bisher für die *Rohstoffproduktivität* verwendeten *DMI-abiotisch* mit dem *TMI-RÄ*, so liegt der *TMI-RÄ* um 10,7 Prozentpunkte höher als der *DMI-abiotisch*.

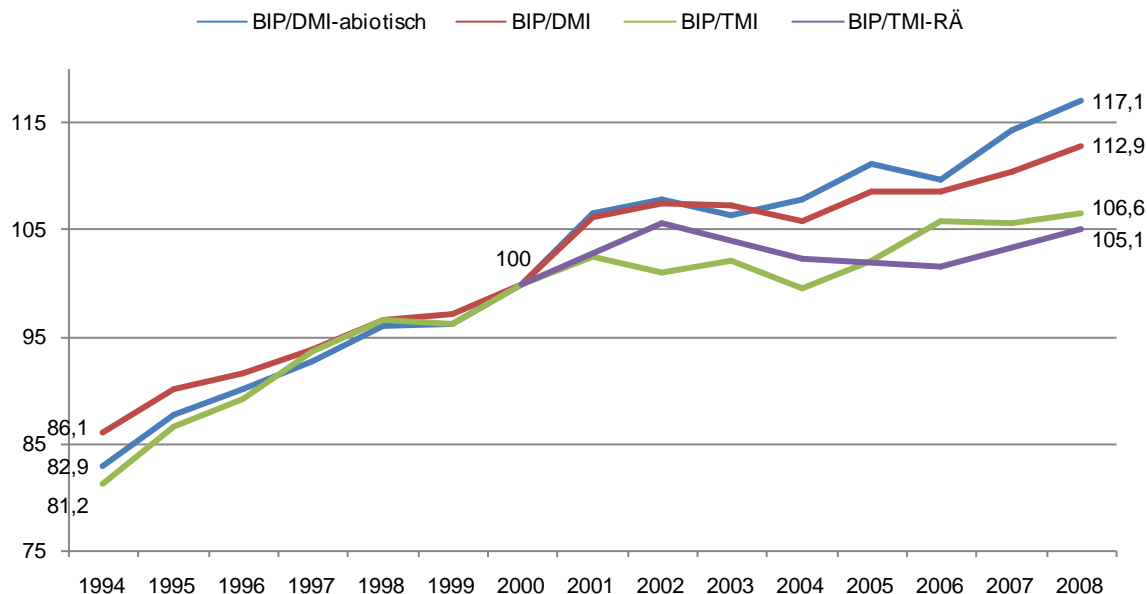


Abb. 49: Entwicklung der Produktivitäten der Einsatz-Indikatoren (Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; Statistisches Bundesamt 2010e; eigene Darstellung)

Die Abb. 49 zeigt die Entwicklung der Produktivität mit jeweils anderen Materialeinsatzindikatoren. Es enthält neben der „alten“ *Rohstoffproduktivität* (*BIP/DMI-abiotisch*) noch die Produktivitäts-Indikatoren *BIP/DMI*, *BIP/TMI* und *BIP/TMI-RÄ*. Grundsätzlich unterscheiden sich die unterschiedlichen Entwicklungen nicht von der Betrachtung der einzelnen Materialeinsatz-Indikatoren, weil die *BIP*-Entwicklung immer die gleiche ist. Statt eines größeren Rückgangs beim Materialeinsatz wird nun aber stattdessen eine größere Produktivitätssteigerung angezeigt, je unvollständiger der ausgewählte Materialeinsatz-Indikator ist. Für die Zeit ab dem Jahr 2000 soll nun gezeigt werden, wie groß dieser Unterschied bei den Produktivitätssteigerungen ist. Bei Einsatz des *DMI-abiotisch*, also der *Rohstoffproduktivität*, wird im Vergleich zum Jahr 2000 eine Steigerung der Produktivität um 17,1% ausgewiesen. Bezieht man die biotischen Materialien durch den Einsatz des *DMI* mit ein, so bleiben nur noch 12,9% übrig. Kommt zusätzlich die nichtverwertete inländische Entnahme hinzu, so weist der *BIP/TMI* sogar nur noch eine Steigerung um 6,6% aus. Schließlich ergibt die Einbeziehung der Rohstoffäquivalente, also der Produktivitätsindikator *BIP/TMI-RÄ*, eine noch geringere Produktivitätssteigerung von nur noch 5,1%. Die ausgewiesene Produktivitätssteigerung ist also bei Einsatz des *DMI-abiotisch* ungefähr dreimal höher als bei Einsatz des *TMI-RÄ*.

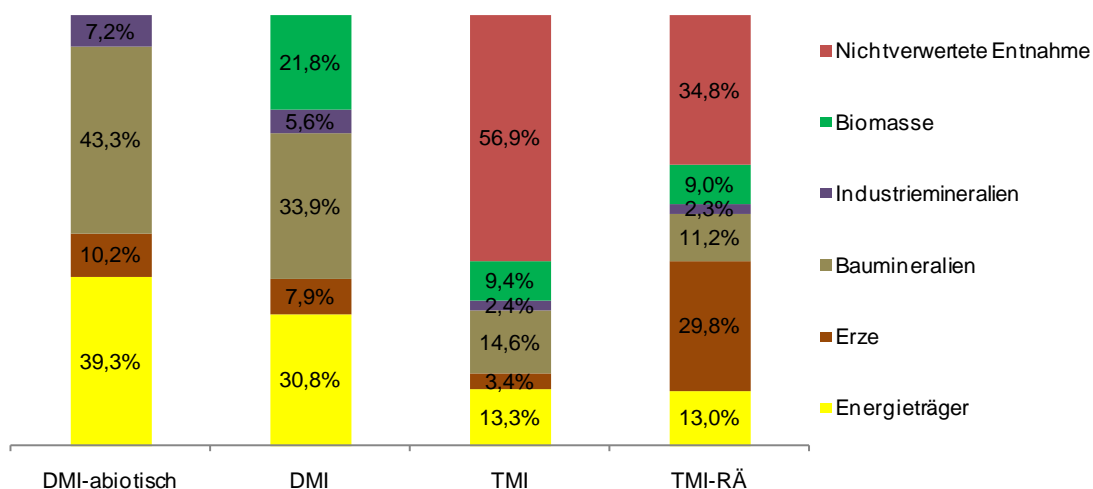


Abb. 50: Vergleich der Zusammensetzung der Einsatz-Indikatoren, 2008
(Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

Auch was die Zusammensetzung und möglicherweise damit einhergehende Prioritätensetzungen angeht, unterscheiden sich die Indikatoren stark voneinander (siehe Abb. 50). Beim *DMI-abiotisch* sind es vor allem die Baumineralien und Energieträger, die mit etwa 43,3% bzw. 39,3% den Indikator dominieren. Erze und Industriemineralien bewegen sich bei 10,2% bzw. 7,2%. Fügt man die biotischen Materialien hinzu, so machen diese einen Anteil von 21,8% am *DMI* aus. Energieträger und Baumineralien verlieren deswegen natürlich etwas an Bedeutung und liegen „nur“ noch bei 30,8% bzw. 33,9%. Wird im nächsten Schritt die nichtverwertete inländische Entnahme hinzugefügt, so verschieben sich die Anteile wieder gewaltig. Mit 56,9% Anteil am *TMI* sind die nichtverwerteten Materialien nun der dominierende Faktor. Schließlich werden im letzten Schritt die Rohstoffäquivalente hinzugefügt. Das herausragende Ergebnis davon ist, dass die Erze ihren Anteil auf 29,8% erhöhen. Die Energieträger und Baumineralien haben nun nur noch einen Anteil von 13,0% bzw. 11,2%. Die Biomasse liegt bei 9,0%, die Industriemineralien verlieren mit 2,3% weiter an Bedeutung.

5.6.2 Die Verbrauchs-Indikatoren

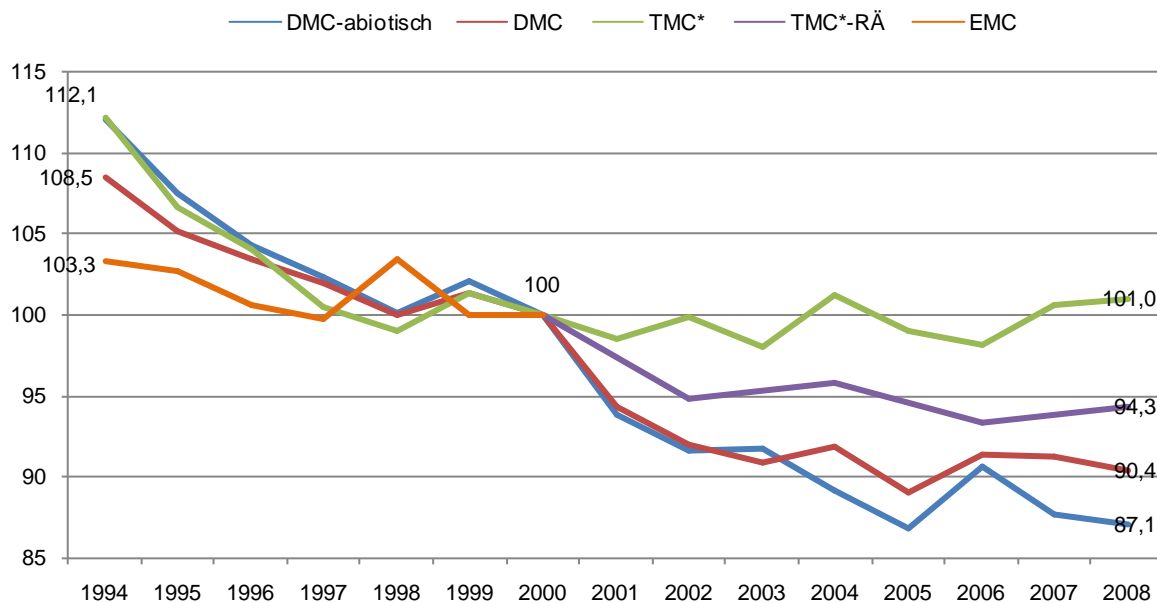


Abb. 51: Entwicklung der Verbrauchs-Indikatoren, 1994-2008 in Deutschland
(Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

In Abb. 51 sind die fünf Verbrauchs-Indikatoren *DMC-abiotisch*, *DMC*, *TMC**, *TMC*-RÄ* und *EMC* dargestellt. Leider gibt es hier wie bei den Einsatz-Indikatoren Schwierigkeiten mit der Datenverfügbarkeit: Für den *EMC* liegen nur Daten bis zum Jahr 2000, für die *RÄ* erst ab dem Jahr 2000 vor. Deswegen sind Vergleiche der Entwicklung zwischen diesen beiden Indikatoren leider nicht möglich.

Für den Zeitraum bis 2000 können jedoch alle Indikatoren, außer dem *TMC*-RÄ*, miteinander verglichen werden. Den größten Rückgang in diesem Zeitraum hatten der *DMC-abiotisch* und der *TMC** zu verzeichnen. Sie fielen bis 2000 jeweils um 12,1 Prozentpunkte. Der *DMC* verlor 8,5 Prozentpunkten bis zum Jahr 2000. Der *EMC* ist am wenigsten gefallen, und zwar nur um 3,3 Prozentpunkte. Das bedeutet also, dass die Umweltauswirkungen des Verbrauchs weniger zurückgingen als der ansonsten angezeigte Verbrauch.

Für den Zeitraum von 2000 bis 2008 fällt nun für die Analyse leider der *EMC* heraus. Hinzu kommt jedoch der *TMC*-RÄ*. Den größten Rückgang verzeichnete der *DMI-abiotisch*. Er fiel bis 2008 im Vergleich zum Jahr 2000 um 12,9%. Der *DMC* fiel etwas weniger mit einem Rückgang von 9,6%. Fügt man die nichtverwertete Entnahme hinzu, so ergibt sich der *TMC**. Dieser stieg im Gegensatz zu den anderen Indikatoren um 1,0% an. Fügt man die Rohstoffäquivalente hinzu, so ergibt sich für den entstehenden *TMC*-RÄ* wieder ein Rückgang von 5,7%. Dieser Rückgang ist jedoch um 7,2 Prozentpunkte geringer als der des *DMC-abiotisch*.

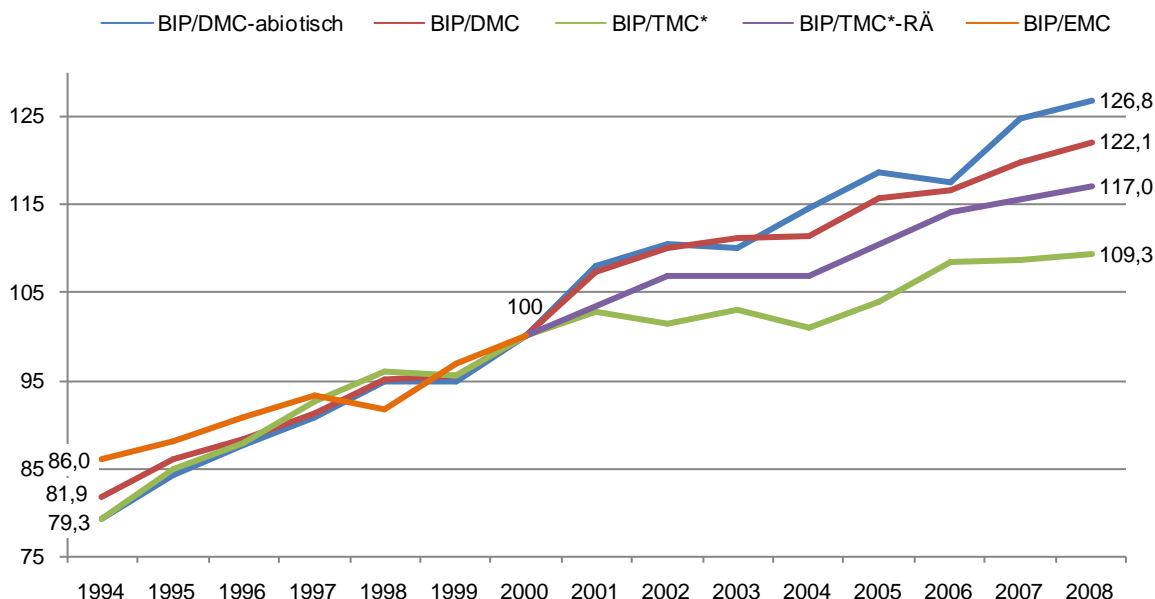


Abb. 52: Entwicklung der Produktivitäten der Verbrauchs-Indikatoren (Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; Statistisches Bundesamt 2010e; eigene Darstellung)

Abb. 52 zeigt die jeweiligen Produktivitäten, die sich durch die Verbindung der verschiedenen Verbrauchs-Indikatoren mit dem *BIP* ergeben. Sie weisen alle deutliche Produktivitätssteigerungen aus, die auf Grund der stark ansteigenden Exporte auch höher sind als die in Abb. 49 gezeigten Produktivitätssteigerungen der Einsatz-Indikatoren. Für den Zeitraum 1994 bis 2000 zeigt sich, dass der *BIP/EMC* die niedrigste Steigerung aufweist, die anderen Indikatoren jedoch sehr nahe beieinander liegen. Ab dem Jahr 2000 (leider wieder ohne den *EMC* auf der Grund fehlenden Daten) zeigen sich allerdings deutlich unterschiedliche Entwicklungen. Mit einer Steigerung um 26,8% weist der *BIP/DMC-abiotisch* die größte Verbesserung aus, gefolgt vom *BIP/DMC* mit 22,1%, dem *BIP/TMC*-RÄ* mit 17,0% und dem *BIP/TMC** mit 109,3%.

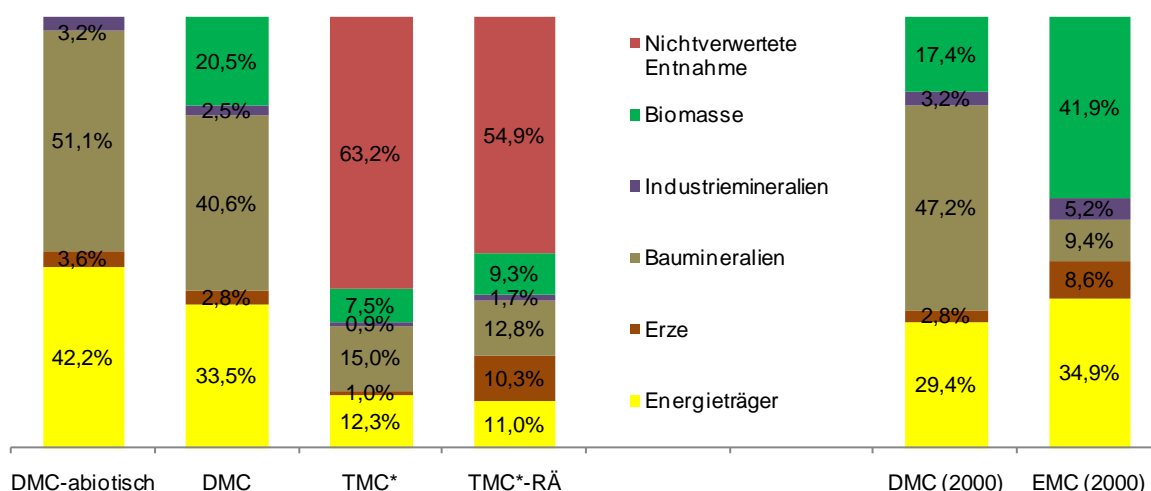


Abb. 53: Vergleich der Zusammensetzung der Verbrauchs-Indikatoren, 2008 (Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

Die Zusammensetzung nach den Rohstoffen der verschiedenen Indikatoren aus dem Jahr 2008 ist in Abb. 53 dargestellt. Wie bei den Einsatz-Indikatoren ist beim *DMC-abiotisch* zunächst eine klare Dominanz der Baumineralien und Energieträger zu erkennen. Die Baumineralien haben einen Anteil von 51,1%, die Energieträger von 42,2%. Die Erze und Industriemineralien machen 3,6% bzw. 3,2% aus. Wird die Biomasse miteinbezogen, so hat diese einen Anteil von 20,5% am daraus entstehenden *DMC*. Wird die nichtverwertete inländische Entnahme hinzugerechnet, so dominiert diese nun den *TMC** mit 63,2% Anteil. Dieser sogar noch größere Anteil als bei dem Materialeinsatz war zu erwarten, da die nichtverwertete inländische Entnahme nicht exportiert wird, alle anderen Materialgruppen hingegen schon. Fügt man die Rohstoffäquivalente hinzu, so nehmen die Erze deutlich an Gewicht zu. Sie steigen von zuvor 1,0 Prozent auf 10,3%. Die Energieträger machen beim *TMC*-RÄ* 11,0% aus, die Biomasse 9,3%. Der Anteil der Baumineralien liegt bei 12,8%. Die Industriemineralien haben den geringsten Anteil mit 1,7%. Den Hauptanteil macht weiterhin die nichtverwertete inländische Entnahme mit 54,9% aus. Von der vorherigen Dominanz der Baumineralien und Energieträger ist also nicht viel übrig geblieben. Machen sie zusammen beim *DMC-abiotisch* noch über 90% aus, sind es beim *TMC*-RÄ* nur noch knapp 25%. Hauptsächlich liegt dies natürlich an der Einführung der nichtverwerteten Entnahme und der Biomasse, aber auch die Erze gewannen durch die Integration der *RÄ* deutlich an Gewicht.

Der *EMC* lässt sich am besten mit dem *DMC* vergleichen, da er auf diesem beruht. Dies ist für das Jahr 2000 in Abb. 53 (rechte Seite) dargestellt. Das herausstechende Ergebnis dieses Vergleichs ist, dass die biotischen Materialien ihren Anteil etwa Verdreifachen und mit über 40% den Hauptanteil des *EMC* ausmachen. Die Baumineralien nahmen hingegen deutlich an Bedeutung ab. Statt bei knapp 50% Gewichtsanteil liegen sie bei den Umweltauswirkungen nur noch bei circa 10%. Die Erze verdreifachten ihre Bedeutung auf knapp 10%. Auch die Energieträger und Industriemineralien gewannen etwas an Gewicht. Die Energieträger sind für 34,9% der Umweltauswirkungen verantwortlich, die Industriemineralien für 5,2%.

Betrachtet man den Pro-Kopf-Verbrauch (siehe Abb. 54), so werden die enormen Unterschiede deutlich. Blickt man jedoch nur auf den direkten, verwerteten, abiotischen Verbrauch so ergeben sich insgesamt 12,6 t/Ew. Er besteht aus 6,4 t Baumineralien, 5,3 t Energieträgern, 0,5 t Erzen und 0,4 t Industriemineralien. Schließt man die Biomasse mit ein, so erhält man 15,8 t/Ew für den *DMC/Ew*, auf Grund der 3,2 t/Ew Biomasse. Durch die Integration der nichtverwerteten Entnahme ergibt sich der *TMC*/Ew*. Da die nichtverwertete Entnahme 27,2 t/Ew betrug, verdreifacht sich der Verbrauch beinahe auf 43,0 t/Ew. Schließt man noch die Rohstoffäquivalente mit ein, so ergeben sich daraus noch einmal zusätzliche 6,5 t/Ew. Vor allem die Erze legen deutlich zu. Sie stiegen um 4,6 t/Ew

auf 5,1 t/Ew. Die Biomasse legte um 1,2 t/Ew auf 4,6 t/Ew zu, die Industriemineralien um 0,5 t/Ew auf 0,9 t/Ew und die Energieträger um 0,2 t/Ew auf 5,5 t/Ew. Die Baumineralien sinken hingegen leicht um 0,1 t/Ew auf 6,3 t/Ew.

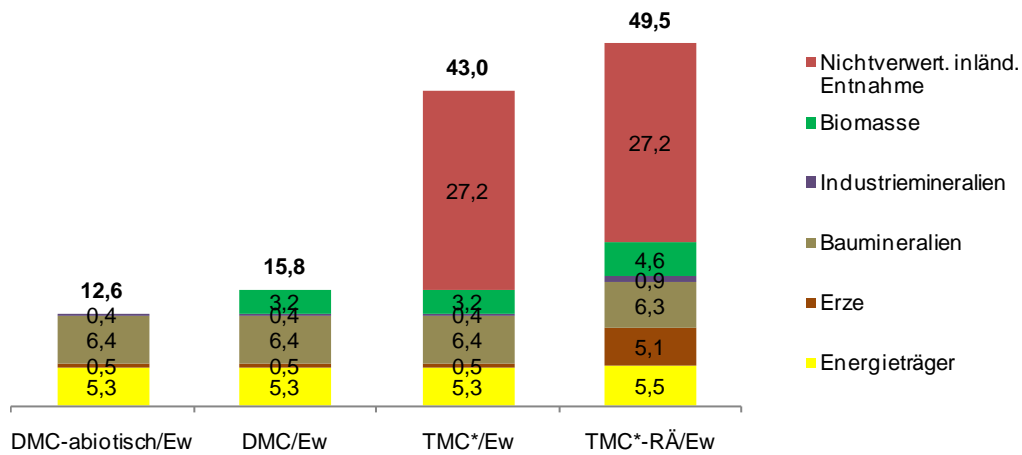


Abb. 54: Vergleich des Pro-Kopf-Verbrauchs der Verbrauchs-Indikatoren, 2008 in Deutschland (Quellen: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung)

6 Diskussion zur Erweiterung

6.1 Sollte der Nachhaltigkeitsindikator der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“ erweitert werden?

Der Nachhaltigkeitsindikator *Rohstoffproduktivität* der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung „Perspektiven für Deutschland“ ist darauf ausgerichtet, die Frage zu beantworten, wie effizient die deutsche Wirtschaft mit nicht erneuerbaren Ressourcen umgeht. Das Augenmerk des Indikators ist klar auf die Erschöpfung abiotischer Ressourcen gerichtet. Das führte zu einer bewussten Ausgrenzung der biotischen Ressourcen und der nichtverwerteten inländischen Entnahme. Außerdem werden die indirekten Materialflüsse der Importe bislang ebenfalls nicht erfasst und die Materialströme „nur“ in Gewichtseinheiten angegeben, jedoch keine Angaben über ihre Umweltauswirkungen gemacht.

Es stellt sich nun die Frage, ob in einer Nachhaltigkeitsstrategie nicht auch Informationen über all die oben genannten Materialströme und Auswirkungen enthalten sein sollten. Prinzipiell ist dies auf jeden Fall zu bejahen. Denn durch Einschluss dieser Aspekte ergibt sich ein weitaus umfassenderes Bild über den Ressourcenbedarf und seine effiziente Nutzung als durch die Beschränkung auf den abiotischen, verwerteten, direkten Materialeinsatz im Zusammenhang mit der Erschöpfung dieser Materialien. Und genau diese umfassende Darstellung sollte in einer Nachhaltigkeitsstrategie gezeigt und untersucht werden. Deswegen sollte der bisher bestehende Nachhaltigkeitsindikator *Rohstoffproduktivität* erweitert oder aber ein neuer Indikator hinzugefügt werden. Als Bezeichnung des neuen, weiterentwickelten Nachhaltigkeitsindikators wird die „*Erweiterte Rohstoffproduktivität*“ verwendet.

Ist aber eine solche Veränderung der Nachhaltigkeitsstrategie realistisch? Die Frage ist ebenfalls klar zu bejahen. Denn bereits in den Jahren 2007-2008 fand eine Überprüfung der Nachhaltigkeitsindikatoren statt. Dafür wurde der „Interministerielle Arbeitskreis Nachhaltigkeitsindikatoren der Bundesregierung“ eingesetzt, der zusammen mit dem Statistischen Bundesamt mögliche Anpassungen diskutierte. Nachdem zusätzlich ein Dialog mit der Öffentlichkeit geführt worden war, wurden zahlreiche Änderungen an den Indikatoren vorgenommen.²⁴ Die *Rohstoffproduktivität* wurde damals zwar nicht verändert, es wurde jedoch darauf hingewiesen, dass die Bundesregierung im Rahmen von Forschungsvorhaben prüft, wie die *Rohstoffproduktivität* hinsichtlich der Genauigkeit und ihrer ökologischen Aussagekraft verbessert werden kann (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung 2008, S. 39).²⁵ Zurzeit ist schon der nächste Prozess zur Weiterentwicklung der Nachhal-

²⁴ So wurde beispielsweise der Indikator 9a „25-Jährige ohne Abschluss Sekundarstufe II und Ausbildungsplatz“ durch den Indikator „18- bis 24-Jährige ohne Abschluss“ ersetzt. Näheres zu den Anpassungen findet sich im Fortschrittsbericht 2008 (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung 2008).

²⁵ Ein Ergebnis dieser Überprüfung ist die in Kapitel 5.3 vorgestellte Methodik zur Berechnung der RÄ.

tigkeitsstrategie im Gange. Er startete im September 2010 und soll Anfang 2012 mit dem Erscheinen eines neuen Fortschrittberichts abgeschlossen werden. In einem Konsultationspapier zur Anlage des Fortschrittberichts heißt es, dass „die Bundesregierung auch die bestehenden Ziele und Indikatoren überprüfen“ (Regierungonline 22.09.2010, S. 3) will. Um einen breiten Dialog mit der Öffentlichkeit zu ermöglichen wurde dazu eine Internetseite geschaltet.²⁶ Im November 2010 konnten hier Stellungnahmen veröffentlicht und diskutiert werden. Diese gehen nun in den sich im Moment in der Erstellung befindlichen ersten Entwurf des Fortschrittberichts ein. Im Sommer 2011 soll dieser dann vorliegen und in einer zweiten Phase des Bürgerdialogs erneut diskutiert werden. Grundsätzlich sind also Veränderungen der Nachhaltigkeitsindikatoren möglich und auch die Vorzeichen für solche bei der *Rohstoffproduktivität* stehen nicht schlecht.

1. Empfehlung

Es wird empfohlen einen umfassenden Ressourcenindikator, der den durch Deutschland verursachten Materialeinsatz so vollständig wie möglich abbildet, in die Nachhaltigkeitsstrategie aufzunehmen. Dies könnte entweder durch eine Erweiterung der *Rohstoffproduktivität* oder über die Integration eines neuen Indikators geschehen.

Welche Erweiterungen sollten nun vorgenommen werden? Denn zu den grundsätzlichen Überlegungen gesellen sich weitere Kriterien, beispielsweise ob überhaupt Daten in ausreichender Qualität zu den jeweiligen Erweiterungen vorliegen, ob der Aufwand zur Erhebung dieser Daten vertretbar ist oder ob der „neue“ Indikator konsensfähig ist. Im Folgenden werden deswegen die wichtigsten Argumente, die für oder gegen eine Integration der jeweiligen Erweiterung in den Nachhaltigkeitsindikator sprechen, diskutiert und im Anschluss jeweils eine Empfehlung für das weitere Vorgehen gegeben.

6.2 Sollte die Verknüpfung des Materialeinsatzes mit dem BIP aufgehoben werden?

Zunächst stellt sich die Frage, ob die Verknüpfung des Materialeinsatzes mit dem Bruttoinlandsprodukt sinnvoll oder eher kontraproduktiv ist. Gegen eine solche Verknüpfung spricht eindeutig, dass dadurch die tatsächliche Entwicklung des Materialeinsatzes verschleiert werden kann, weil diese durch die wirtschaftliche Entwicklung überlagert wird. Es ist jedoch z.B. für die Erschöpfung der Rohstoffe oder die Globale Erwärmung von keiner Bedeutung, ob nun durch die Entnahme einer Tonne eine hohe Wertschöpfung ausging oder nicht. Die Nachhaltigkeitsgrenzen bleiben bestehen. Auf der anderen Seite ist jedoch gerade der Bereich der Nachhaltigkeit einer, in dem verschiedene Interessen gegenei-

²⁶ Internetseite zur Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsstrategie: <http://www.dialog-nachhaltigkeit.de/>

einander abgewogen werden müssen. Außerdem ist die Idee der Notwendigkeit von Produktivitätssteigerungen inzwischen weit verbreitet, z.B. durch den „Faktor 4-“ bzw. „Faktor 5-Ansatz“ oder auch die Nachhaltigkeitsstrategien der EU und Deutschlands. Von der Öffentlichkeit, der Politik und vor allem auch der Wirtschaft werden Ziele zur Produktivitätssteigerung deutlich positiver aufgenommen als Ziele, die allein eine Verminderung des Ressourceneinsatzes thematisieren. Während ein niedrigerer Materialeinsatz allein eher mit Verzicht verknüpft wird, wird die Steigerung der Produktivität eher als Win-Win-Win-Situation wahrgenommen, weil erstens die Materialkosten sinken, zweitens die Umwelt geschont wird und drittens neue Jobs im Green-Tech-Bereich entstehen. Für die Umsetzung solcher Ziele ist eine Kooperation aller sogenannten „Stakeholder“ von entscheidender Bedeutung, weswegen hier für eine Beibehaltung der Verknüpfung mit dem *BIP* zu einer Produktivität plädiert wird. Allerdings sollte bei der Zielsetzung darauf geachtet werden, dass die Ziele ehrgeizig genug sind, so dass die Produktivitätssteigerungen nicht allein über ein steigendes *BIP* erreicht werden können. Es muss also eine „absolute Entkopplung“ des Wirtschaftswachstums vom Materialeinsatz das klare Ziel sein. Bestenfalls werden dabei auch Minderungsziele für den Materialeinsatz festgelegt.

2. Empfehlung

Es wird empfohlen, die Verknüpfung des Materialeinsatz-Indikators mit dem *BIP* beizubehalten, da der Gedanke der Produktivitätssteigerung auf größere Akzeptanz trifft. Als Ziel sollte aber eine „absolute Entkopplung“ des Wirtschaftswachstums vom Materialeinsatz gesetzt werden.

6.3 Sollte der Materialeinsatz durch den Materialverbrauch ersetzt werden?

Verbrauchs- und Einsatz-Indikatoren behandeln zwei verschiedene Sachverhalte. Während die Einsatz-Indikatoren die Verantwortung des Materialeinsatzes dort zuordnen, wo er für die Produktion benötigt wird, geben die Verbrauchs-Indikatoren an für welchen Materialeinsatz die Verbraucher eines Landes verantwortlich sind. Es ist also eine klare Trennung zwischen Produktion (Einsatz-Indikatoren) und Verbrauch (Verbrauchs-Indikatoren) zu erkennen.

Ein Vorteil der Verbrauchs-Indikatoren gegenüber den Einsatz-Indikatoren ist, dass sie unabhängig von der jeweiligen Situation des betrachteten Landes hinsichtlich des Rohstoffreichtums sind. So können rohstoffreiche Länder beispielweise einen hohen Materialeinsatz haben (z.B. wegen hoher inländischer Rohstoffentnahmen), ohne dass dies auch für den Materialverbrauch gelten muss (so bei gleichzeitig hohem Export von Rohstoffen). Es wird die Verantwortung für den Rohstoffeinsatz also jeweils den Ländern zugerechnet, die die hergestellten Güter konsumieren (Buyny et al. 2009, S. 67).

Ein weiterer Vorteil ist, dass es durch die abgezogenen Exporte möglich wird, internationale Vergleiche doppelzählungsfrei vorzunehmen. Denn bei den Einsatz-Indikatoren werden exportierte Güter gleichzeitig in dem Indikator des exportierenden Landes und des importierenden Landes ausgewiesen, bei den Verbrauchs-Indikatoren nur bei den importierenden Ländern. Deswegen bieten Verbrauchs-Indikatoren eine bessere Basis für Vergleiche auf Länderebene.

Für eine Verknüpfung mit der Wirtschaftsleistung eignen sich Verbrauchs-Indikatoren allerdings weniger. Denn die Wirtschaftsleistung wird unbestreitbar, gerade in Deutschland, ebenfalls durch die Exporte erwirtschaftet. Ein Abzug der Exporte würde also die für die Wirtschaftsleistung aufgewendeten Materialien nur unvollständig wiedergeben. Sie würden außerdem möglicherweise falsche Trends hinsichtlich der Produktivität anzeigen. Denn würde z.B. der Export stark ansteigen (und gleichzeitig die inländische Entnahme und der Import konstant bleiben), so wiesen die Verbrauchs-Indikatoren bei Verknüpfung mit dem *BIP* eine Produktivitätssteigerung der Wirtschaft aus, obwohl dies nicht der Fall ist.

In der Tat hat sich durch die Berechnung der verschiedenen Indikatoren in Kapitel 5 gezeigt, dass genau dies in Deutschland zu beobachten ist. Die Exporte sind stark gestiegen und sorgten so dafür, dass die Verbrauchs-Indikatoren einen deutlich größeren Rückgang auswiesen als die Einsatz-Indikatoren. So ging der *TMC*-RÄ* seit dem Jahr 2000 um 5,7% zurück (siehe 5.6.2). Sein Pendant bei den Einsatz-Indikatoren, der *TMI-RÄ*, stieg hingegen im gleichen Zeitraum um 5,0% an (siehe Kapitel 5.6.1). Nach der Verknüpfung mit dem *BIP* ergäbe dies bei Verwendung des Verbrauchs-Indikator *TMC*-RÄ* eine Produktivitätssteigerung um 17,0%, bei Verwendung des Einsatz-Indikator *TMI-RÄ* hingegen nur um 5,1%. Die Verwendung des *TMC*-RÄ* würde also eine größere Produktivitätssteigerung vorspiegeln, die so real in Deutschland nicht vorlag, sondern nur auf verstärkten Exporten beruht.

Die Verbrauchs-Indikatoren ordnen die „Verantwortung“ für den Materialeinsatz also dem Verbraucher zu, während die Einsatz-Indikatoren diese bei dem Produzenten sehen. Um daraus Produktivitäten zu errechnen eignen sich deswegen die Einsatz-Indikatoren deutlich besser. Auf Grund dessen wird dafür plädiert, weiterhin einen Einsatz-Indikator für die Nachhaltigkeitsstrategie zu verwenden.

3. Empfehlung

Es wird empfohlen, weiterhin den Materialeinsatz und nicht den Materialverbrauch auszuweisen, da die Exporte einen großen Anteil an der deutschen Wertschöpfung haben und ein Abzug dieser zu falschen Aussagen bezüglich der Produktivität führen kann.

6.4 Sollten die biotischen Materialien miteinbezogen werden?

Der bisherige Nachhaltigkeitsindikator *Rohstoffproduktivität* soll Aufschluss darüber geben, wie effizient die deutsche Wirtschaft mit abiotischem Material umgeht, weil diese erschöpflich sind und somit zukünftigen Generationen potenziell nicht mehr zur Verfügung stehen. Mit Hilfe dieser Begrenzung wurde der Ausschluss der biotischen, nachwachsenden Ressourcen aus dem Indikator begründet. Da für den neuen Nachhaltigkeitsindikator jedoch in der 1. Empfehlung (siehe Kapitel 6.1) die Verabschiedung von dieser Eingrenzung empfohlen wurde, sticht dieses Argument nun nicht mehr. Zudem haben auch biotische Ressourcen, wie z.B. Fischgründe oder Wälder, Nachhaltigkeitsgrenzen. Falls diese überschritten werden, z.B. durch Überfischung oder Rodung, können auch nachwachsende Ressourcen erschöpflich sein.

Die Ergebnisse des *DMI* (Kapitel 5.1.2) haben gezeigt, dass die biotischen Materialien mit einem Anteil von über 20% (2008) einen essenziellen Bestandteil des deutschen direkten Materialeinsatzes darstellen. Bei den ausgewiesenen Umweltauswirkungen des *EMC* (Kapitel 5.5.2) liegt die Biomasse sogar bei über 40% (2000). Und auch wenn die Ergebnisse des *EMC* sehr vorsichtig verwendet werden müssen, so ist es doch unstrittig, dass die Biomasse starke Umweltauswirkungen verursacht. Deswegen ist ein effizienter Umgang mit der Biomasse genauso wichtig wie der effiziente Umgang mit abiotischen Materialien.

Die Daten zu den biotischen Ressourcen werden vom Statistischen Bundesamt bereits erfasst und könnten ohne große Probleme in den Indikator integriert werden. Es gibt Anzeichen, dass dieser Schritt auch bereits innerhalb des Statistischen Bundesamtes erwogen wird. So heißt es z.B. in der Veröffentlichung „Ressourcenverbrauch in Deutschland“ von SCHÜTZ und BRINGEZU, dass eine Einbeziehung der Biomasse in den Nachhaltigkeitsindikator geplant sei (Schütz, Bringezu 2008, S. 8). In dem ausführlich in Kapitel 5.3 vorgestellten Bericht über die Berechnung der Rohstoffäquivalente werden die biotischen Materialien ebenfalls mit berechnet. „Insofern ist damit die Basis gegeben, die biotischen Materialien näher zu analysieren und diese u.U. in den Rohstoffindikator einzubeziehen – wie gelegentlich gefordert“ (Buyny et al. 2009, S. 75). Auch international ist es üblich, die biotischen Materialien mit einzubeziehen, z.B. beim Leitindikator *Ressourcenproduktivität* der Nachhaltigkeitsstrategie der EU (Kommission der Europäischen Gemeinschaft 2005). Auch BUJNY und LAUBER schreiben dazu, dass die biotischen Materialien auf „internationaler Ebene [z.B. Europäische Union (EU), Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD)] [...] in der Regel in die Berichterstattung einbezogen“ (Buyny, Lauber 2009, S. 1138) werden. Die Integration der biotischen Ressourcen in den deutschen Nachhaltigkeitsindikator wäre ein notwendiger Schritt, um diesem eine größere

Aussagekraft zu verleihen und mögliche Verschiebungen, z.B. die Substitution von fossilen Kraftstoffen durch Biokraftstoffe, auch komplett darzustellen zu können.

4. Empfehlung

Es wird empfohlen, die biotischen Materialien auf Grund ihrer enormen Bedeutung, sowohl hinsichtlich ihres Gewichts als auch ihrer Umweltauswirkungen, in den neuen Nachhaltigkeitsindikator aufzunehmen.

6.5 Sollte die nichtverwertete inländische Entnahme in den Nachhaltigkeitsindikator integriert werden?

Die nichtverwertete inländische Entnahme ist in Deutschland deutlich höher als die verwertete Entnahme (2008: 2.229 zu 1.082 Mio. t). So kommen auf jede verwertete entnommene Tonne 1,7 Tonnen nichtverwertete Entnahme. Zwar wird diese nicht direkt in der Produktion „eingesetzt“, ist aber für diese doch insofern notwendig, als dass andernfalls die Rohstoffe nicht hätten gefördert werden können. Die Umweltauswirkungen pro Tonne nichtverwerteter Entnahme mögen dabei vielleicht geringer sein als die der verwerteten, eingesetzten Entnahme. Es ist jedoch unbestritten, dass sie ebenfalls Auswirkungen hat, z.B. bezüglich des Flächenverbrauchs oder der Eingriffe in Biotope. Insofern sollte auch eine möglichst geringe nichtverwertete inländische Entnahme Ziel einer Nachhaltigkeitsstrategie sein und deswegen mit erfasst werden.

Der bisherige Nachhaltigkeitsindikator *Rohstoffproduktivität* konnte die nichtverwertete Entnahme noch mit der Begründung der fehlenden Erschöpfung ausschließen. Da allerdings diese Beschränkung im Kapitel 6.1 bereits kritisiert und eine Öffnung favorisiert wurde, fällt dieses Argument aus.

Ein möglicher weiterer Grund gegen die Aufnahme der nichtverwerteten Entnahme liegt darin, dass „die Datenqualität für die nichtverwertete Entnahme international vergleichsweise unbefriedigend ist“ (Buyny et al. 2009, S. 73). Da der Nachhaltigkeitsindikator *Rohstoffproduktivität* allerdings für die nationale Nachhaltigkeitsstrategie eingesetzt werden soll, sticht dieses Argument nicht. Denn wie in derselben Veröffentlichung einen Satz später auch vermerkt ist, liegen „für Deutschland [...] solide Schätzungen vor, die bereits seit Jahren in der Berichterstattung zu den Materialflussrechnungen zur Verfügung gestellt werden“ (Buyny et al. 2009, S. 73).

Auch SCHÜTZ und BRINGEZU meinen dazu, dass Indikatoren, die die nichtverwertete Entnahme nicht beinhalten „mit Vorsicht behandelt werden *müssen*, wenn es zur Einschätzung von Umweltbelastungen kommt“ (Schütz, Bringezu 2008, S. 49). Man muss sich allerdings darüber im Klaren sein, dass durch eine Einbeziehung der nichtverwerteten Entnahme die Braunkohle in Deutschland ein enormes Gewicht im Indikator erhält. Dies

ist keineswegs ein Ausschlusskriterium, muss aber bei der Zielsetzung und der Interpretation beachtet werden.

5. Empfehlung

Es wird empfohlen, die nichtverwertete Entnahme in den Nachhaltigkeitsindikator aufzunehmen, da sie einen großen Teil des Ressourcenbedarfs ausmacht und ebenfalls zu negativen Umweltauswirkungen führt.

6.6 Sollten die indirekten Materialflüsse in den Nachhaltigkeitsindikator aufgenommen werden?

Die Ergebnisse zeigen, dass die Rohstoffäquivalente der Importe einen enormen Umfang haben. Sie betragen das bis zu 4,5-fache der importierten direkten Materialflüsse und stellten mit 38,9% den größten Anteil am *TMI-RÄ* dar (siehe Kapitel 5.3.2).

Für die Einbeziehung der Rohstoffäquivalente in den Nachhaltigkeitsindikator spricht, dass Entwicklungen des Materialeinsatzes ansonsten falsche Informationen liefern können, zumindest wenn man auf einem globalen Level denkt. Dies behandelt im Grunde dasselbe Problem, welches schon in Kapitel 4.3 durch die Dekompositionsanalyse aufgezeigt wurde. Dort wurde festgestellt, dass die Verringerung des Materialeinsatzes in Deutschland im betrachteten Zeitraum nicht durch Effizienzsteigerungen innerhalb der einzelnen Branchen zustande kam, sondern durch eine Verschiebung der Wirtschaftsstruktur hin zu weniger rohstoffintensiven Branchen bedingt war. Nun könnte ein Grund für diese Verschiebung der Wirtschaftsstruktur darin liegen, dass ein weltweiter Trend zu weniger rohstoffintensiven Branchen vorliegt oder aber die deutschen rohstoffintensiven Branchen ins Ausland abgewandert sind. Diese Möglichkeit wird auch als „burden-shifting“ bezeichnet. Die steigenden deutschen Importe, sowohl die direkten als auch die *RÄ*, sprechen für die zweite Theorie. Denn während die inländische Entnahme tendenziell abnahm (siehe Kapitel 3.3.1) stieg der Import, sowohl der direkte als auch dessen Rohstoffäquivalente, deutlich an (siehe 5.3.2). Berücksichtigt man nun die *RÄ* nicht, so weist der Einsatz-Indikator bei einer Abwanderung von rohstoffintensiven Industrien und dem darauf folgenden Import der jeweiligen Güter höherer Bearbeitungsstufen nur deren tatsächliches Gewicht bei der Einfuhr aus. Er nimmt also ab, weil das Gewicht der eingeführten Güter geringer ist als der gesamte Materialeinsatz, der nötig gewesen wäre, wenn diese Güter in Deutschland hergestellt worden wären. Verwendet man nun diesen Einsatz-Indikator in Verbindung mit dem *BIP* zur Messung der Produktivität, so weist dieser eine Produktivitätssteigerung aus, obwohl die deutschen Produktionsstätten nicht produktiver geworden sind.

Die Einbeziehung der Rohstoffäquivalente weitet die Verantwortung Deutschlands über die Landesgrenzen hinweg aus, zeigt ein kompletteres Bild über den Materialbedarf und

schaftt bessere Voraussetzungen um das „burden-shifting“ ins Ausland zu untersuchen. Auch SCHÜTZ und BRINGEZU meinen, dass „das Aufdecken der transnationalen Verschiebungen des Ressourcenbedarfs [...] das herausragende Ergebnis“ (Schütz, Bringezu 2008, S. 50) einer Einbeziehung der Rohstoffäquivalente ist. Zudem wird durch sie deutlich, inwieweit Deutschland wirklich von ausländischen Ressourcen abhängig ist. Die Ergebnisse aus Kapitel 5.3.2 haben gezeigt, dass die Importabhängigkeit durch die Einbeziehung der RÄ deutlich größer wird. So liegt der Anteil des verwerteten Materialeinsatzes, der aus dem Ausland importiert wurde, beim *TMI-RÄ* bei 74,1%. Bei den Indikatoren ohne die RÄ, z.B. beim *DMI*, liegt dieser Anteil hingegen nur bei 35,8% (siehe Kapitel 5.1.2). Auch ein „burden-shifting“ ist hier erkennbar. So stieg die ausgewiesene Importabhängigkeit beim *TMI-RÄ* von 2000 auf 2008 um insgesamt 3,9 Prozentpunkte. Da nun eine Nachhaltigkeitsstrategie vor allem auch die globale Verantwortung eines Landes berücksichtigen sollte und dies mit Hilfe der Rohstoffäquivalente besser möglich wird, ist eine Einbeziehung der RÄ in den Nachhaltigkeitsindikator wünschenswert.

Es bleibt jedoch die Frage, ob die Daten aus dem vorgestellten Ansatz zur Berechnung der Rohstoffäquivalente in ihrer Qualität gut genug sind, um sie in den Nachhaltigkeitsindikator aufzunehmen. Außerdem sollte der Erhebungsaufwand nicht unverhältnismäßig hoch sein. Dazu lässt sich zunächst festhalten, dass auf Grund der Tatsache, dass der Ansatz durch Mitarbeiter des Statistischen Bundesamtes verfasst wurde und ein gemeinsames Projekt des Statistischen Bundesamtes und des Umweltbundesamtes darstellte, „die Möglichkeit des Zugangs zu sehr detailliertem Datenmaterial“ (Buyny et al. 2009, S. 65) vorlag, was grundsätzlich für die Qualität der berechneten Daten der Rohstoffäquivalente spricht.

Die Stärken der Methodik ergeben sich ansonsten vor allem aus der gleichzeitigen Verwendung der Prozessketten-Analyse, über die Importkoeffizienten, und der Input-Output-Analyse. Dadurch lassen sich Schwächen, die beide Ansätze bei alleiniger Verwendung besitzen, vermeiden bzw. abschwächen.

Die alleinige Verwendung von Input-Output-Tabellen hat den großen Nachteil, dass diese nur in monetärer Form vorliegen und außerdem die Produktionsprozesse und -strukturen „im Durchschnitt“ abbilden können. „Gerade durch die sehr unterschiedlichen Rohstoffe (Sand, Erdöl, Kohle, verschiedene Erze o.Ä.) kann diese Durchschnittsbetrachtung jedoch in den ersten Verarbeitungsschritten von der Entnahme/Einfuhr bis zu Rohmaterialien oder Halbwaren zu Fehlinterpretationen hinsichtlich der physischen Gegebenheiten führen“ (Buyny et al. 2009, S. 66). Deswegen ist die Verwendung der Materialstromtabellen in Verbindung mit der Prozessketten-Analyse (Importkoeffizienten) auf diesen ersten Bearbeitungsebenen ein großer Fortschritt, der natürlich auch einen gewissen Aufwand erfordert. Dieser beschränkt sich aber auf eine überschaubare Anzahl von Materialien, da

die Ausdifferenzierung der Güter hauptsächlich auf den späteren Bearbeitungsebenen stattfindet. Eine Berechnung allein auf Basis der Prozessketten-Analyse (PKA) würde zwar theoretisch genauere Ergebnisse liefern, ist aber auf Grund der enormen Breite von Produkten nicht durchführbar, weil der Aufwand viel zu groß wäre. Durch die PKA und ihre Verknüpfung mit den Materialstromtabellen werden etwa 50% der Rohstoffäquivalente berechnet, deswegen ist an „die Qualität der Materialstromtabellen ein hoher Anspruch zu stellen und die Stabilität der in sie einfließenden Koeffizienten besonders wichtig“ (Buyny et al. 2009, S. 66).

Für die Materialien höherer Bearbeitungsstufen wird jedoch weiterhin die Berechnung bzw. Schätzung mittels des Input-Output-Ansatzes vorgenommen. Die restlichen 50% der Rohstoffäquivalente wurden auf diese Weise „geschätzt“. Dabei unterstellt die Verwendung von deutschen Input-Output-Tabellen, dass bei der Produktion der Importe im jeweils exportierenden Land gleiche Produktionsverhältnisse herrschen wie in Deutschland, was natürlich nicht der Realität entspricht. Ein bedeutender Schritt zur Verbesserung dieser Ergebnisse wäre deswegen die Miteinbeziehung von ausländischen Input-Output-Tabellen. Zwar würde diese Einbeziehung auch nicht zwangsläufig die reale Zusammensetzung der Importe wiedergeben, es ist jedoch anzunehmen, dass der Export eines Landes eher seiner eigenen Produktionsstruktur gleicht, als der des Landes in das es exportiert.

Der Ausschluss der nichtverwerteten Entnahme stellt ebenfalls einen großen Kritikpunkt dar. Auch die Autoren der Studie sehen, dass es „für bestimmte Fragestellungen durchaus sinnvoll ist, die nichtverwertete Entnahme einzubeziehen“ (Buyny et al. 2009, S. 73), schieben jedoch gleich den Grund für die Nichtberücksichtigung hinterher. Dieser besteht darin, dass „die Datenqualität für die nichtverwertete Entnahme international vergleichsweise unbefriedigend“ (Buyny et al. 2009, S. 73) ist. In einer weiteren Veröffentlichung der gleichen Autoren wird außerdem festgestellt, dass „das Statistische Bundesamt in absehbarer Zeit nicht beabsichtigt, Daten zur indirekten nicht verwerteten Entnahme zu ermitteln“ (Buyny, Lauber 2009, S. 1139).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der vorgestellte Ansatz zur Berechnung der Rohstoffäquivalente nicht ohne Schwächen ist. Bedenkt man jedoch die Qualität des zu Grunde liegenden Datenmaterials und die Größe der Aufgabe, so ist es durch die Verknüpfung der Prozessketten-Analyse und der Input-Output-Tabelle gelungen, eine Schätzung der Rohstoffäquivalente aufzustellen, die wichtige Kritikpunkte der jeweiligen Ansätze abmildert und so zu besseren Ergebnissen führt als die Verwendung eines einzelnen Ansatzes. Die Erhebung ist deutlich aufwendiger als z.B. die des *DMI* oder *DMC*, weil sie verlässliche Daten zu Importkoeffizienten und Materialstromtabellen, sowie deren regelmäßige Aktualisierung, erfordert. Durch die Kombination der Prozessketten-Analyse mit

dem Input-Output-Ansatz wurde jedoch ein Mittelweg zwischen der Genauigkeit der Daten und dem zur Datenerhebung benötigten Aufwand gewählt, so dass eine jährliche Erhebung dieser Daten realistisch erscheint.

Da die Studie in einer Kooperation des Statistischen Bundesamtes und des Umweltbundesamtes erstellt wurde, stehen die Chancen einer Akzeptanz dieses Ansatzes, zumindest für Deutschland, nicht schlecht. Die Ergebnisse wurden bereits der Öffentlichkeit in mehreren Publikationen und Pressekonferenzen vorgestellt. Auch im aktuellen Indikatorenbericht über die Entwicklung der Nachhaltigkeitsindikatoren wurden die Ergebnisse dieses Ansatzes bereits in einem eigenen Absatz erwähnt. (Statistisches Bundesamt 2010c) Außerdem wurde dieser Berechnungsansatz speziell unter dem Gesichtspunkt aufgestellt „den Rohstoffindikator [die *Rohstoffproduktivität*] weiter zu entwickeln" (Buyny et al. 2009, S. 11). Im Begleitmaterial einer Pressekonferenz des Statistischen Bundesamt vom 17. November 2010 heißt es, es werde derzeit „auf fachlicher und politischer Ebene diskutiert, ob die Berechnungen in Rohstoffäquivalenten den Rohstoffindikator der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie ergänzen oder möglicherweise ersetzen sollten" (Statistisches Bundesamt 2010d, S. 20).

Nach Ansicht des Autors dieser Studie ist die Qualität der berechneten Daten zu den Rohstoffäquivalenten ausreichend, um sie in den Nachhaltigkeitsindikator aufzunehmen. Die durchaus bestehenden Schwächen sind nicht so groß, als dass sie den Mehrwert, der durch die Einbeziehung der Rohstoffäquivalente bezüglich der Aussagekraft des Indikators (vor allem im Bezug auf die globale Verantwortung Deutschlands) entsteht, überdecken würden. Trotzdem sollte an der Weiterentwicklung der Berechnung gearbeitet werden.

6. Empfehlung

Es wird empfohlen, die Rohstoffäquivalente in den Nachhaltigkeitsindikator aufzunehmen, da durch diese bessere Aussagen bezüglich der Produktivitätssteigerungen möglich werden und die globale Verantwortung Deutschlands hervorgehoben wird. Allerdings sollte weiter an der Verbesserung der Berechnung gearbeitet werden. Wichtige Punkte sind die Integration ausländischer Input-Output-Tabellen und die Berechnung der nichtverwerteten Entnahme, die mit den Im- und Exporten assoziiert ist.

6.7 Sollte der Nachhaltigkeitsindikator statt des Gewichts der Materialien die Umweltauswirkungen der Materialien ausdrücken?

Ein Indikator, der die Umweltauswirkungen des Ressourceneinsatzes enthält, wäre natürlich prinzipiell einem reinen Gewichts-Indikator klar vorzuziehen, da die Umweltauswirkungen die entscheidende Folge des Ressourceneinsatzes sind. Verwendet man stattdessen Gewichts-Indikatoren als Indikator für die Umweltauswirkungen besteht die Ge-

fahr, dass falsche Rückschlüsse aus den präsentierten Daten gezogen werden, da dort alle Materialien gleich gewichtet werden. Eine solche Gleichgewichtung kann zu falschen Prioritätensetzungen führen. So sind zum Beispiel beim *DMC* die Baumineralien mit etwa 40% der größte Bestandteil. Schaut man sich aber die Ergebnisse des *EMC* an, so machen diese dort nur noch rund 10% der Umweltauswirkungen aus (siehe Kapitel 5.6.2). Nun sollte man die Ergebnisse des *EMC* nur sehr vorsichtig einsetzen, aber ein genereller Trend dahin, dass die Anteile der Materialgruppen an den Umweltauswirkungen deutlich von deren gewichtsmäßigen Anteilen abweichen, kann dennoch festgehalten werden (siehe Kapitel 5.6.2). Außerdem ist auch keine Richtungssicherheit der Gewichts-Indikatoren bezüglich der Umweltauswirkungen gegeben. Ein hypothetisches Beispiel macht klar, woran das liegt: Werden nämlich z.B. von Sand, dem eine Umweltschädlichkeit mit dem Faktor 1 unterstellt wird, nun 100 t weniger, aber von Quecksilber, für das in diesem Beispiel eine 4-mal höhere Umweltschädlichkeit angenommen wird, 50 t mehr eingesetzt, so würde der Gewichts-Indikator statt einer Steigerung der Umweltschädlichkeit um 150 ein Fallen um 50 Tonnen anzeigen.

Auch die „Thematische Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen“ der EU von 2005 hat deswegen als Ziel die Entwicklung eines „Gesamtindikators zur Messung der Fortschritte bei der Verringerung der durch die Verwendung natürlicher Ressourcen entstehenden ökologischen Belastung (Ökoeffizienz-Indikator)“ (Kommission der Europäischen Gemeinschaft 2005, S. 10) gesetzt. Im Rahmen dieser Strategie wurde der in Kapitel 5.5 vorgestellte *EMC* erstellt. Es stellt sich nun die Frage, ob dieser auch den Ansprüchen, die an einen solchen Indikator bezüglich der Integration in die Nachhaltigkeitsstrategie gestellt werden, genügt.

Die Grundidee hinter dem *EMC* ist simpel und einleuchtend: Man multipliziert die verschiedenen verbrauchten Materialien jeweils mit einem Faktor, der Aufschluss über ihre Umweltauswirkungen gibt. Die Daten zum Materialverbrauch werden grundsätzlich aus den MFA entnommen, die Umweltauswirkungen werden durch den Lebenszyklus-Ansatz errechnet. Es werden über diesen Ansatz nicht nur die Auswirkungen des Materials selbst, sondern auch die Auswirkungen der Materialien, die über den gesamten Lebenszyklus – abgesehen vom Energieverbrauch in der Nutzungsphase – verbraucht werden, berücksichtigt. Dies führt zu einem großen Vorteil gegenüber dem *DMC* (auf dem der *EMC* aufbaut): Während der *DMC* die indirekten Materialflüsse der Importe (und Exporte) nicht berücksichtigt, werden diese über den Lebenszyklus-Ansatz integriert. Insofern wird hier derselbe Schritt vollzogen, wie bei der Berechnung der Rohstoffäquivalente (siehe Kapitel 5.3). Auch die Thematische Strategie der EU legte speziell wert darauf, dass „die ökologischen Folgen der Nutzung der natürlichen Ressourcen, einschließlich ihrer exter-

nen Dimension (d.h. der Auswirkungen außerhalb der EU, auch auf Entwicklungsländer)" (Kommission der Europäischen Gemeinschaft 2005, S. 4) erfasst werden.

Jedoch werden dadurch auch hohe Anforderungen an die Qualität der Lebenszyklus-Daten gestellt, die diese nur zum Teil erfüllen können. So unterstellen die für den *EMC* verwendeten Lebenszyklus-Daten westeuropäische Produktionsverhältnisse für die ganze Welt. Zudem werden die Daten auch nicht regelmäßig aktualisiert. Deswegen werden zum einen regionale Unterschiede in den Produktionsprozessen und zum anderen ein möglicher technischer Fortschritt ignoriert. Deshalb wäre eine Integration von regionalisierten und jährlich aktualisierten Lebenszyklus-Daten ein großer Fortschritt, der allerdings auch mit einem enormen zusätzlichen Aufwand verbunden ist. Solang dies nicht geschehen ist, muss man sich darüber im Klaren sein, dass zumindest nicht die real auftretenden Umweltbelastungen wiedergegeben werden, sondern bestenfalls Schätzungen darüber, welche Umweltbelastungen aufgetreten wären, wenn die gesamte Produktion und Nutzung in Westeuropa und zum Zeitpunkt der Feststellung der Lebenszyklus-Daten stattgefunden hätte.

Ein weiteres Problem des *EMC* ist seine Unvollständigkeit bezüglich der erfassten Materialien. Diese ergibt sich daraus, dass die Ebene der sogenannten „fertigen Halbwaren“ („finished materials“) für die Berechnung des *EMC* gewählt wurde, die *MFA* allerdings Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren ausweisen. Die Beschränkung auf eine Ebene war notwendig, weil ansonsten der Einsatz von Lebenszyklus-Daten nicht doppelzählungsfrei möglich ist. Um verwendbare Daten zu erhalten, wurden daher die Rohstoffe und Halbwaren in „fertige Halbwaren“ umgerechnet. Nun stellen bereits diese Umrechnungen eine weitere Ungenauigkeit dar, weil wieder regionale Unterschiede zwischen den Produktionsprozessen nicht berücksichtigt wurden. Schwerer wiegt allerdings, dass die in den *MFA* ausgewiesenen Fertigwaren komplett unberücksichtigt bleiben, da deren Aufspaltung in die enthaltenen „fertigen Halbwaren“ zu aufwendig gewesen wäre. Die Autoren der Studie denken jedoch, dass der Fehler auf Grund der vergleichsweise geringen Mengen der Fertigwaren im Vergleich zu den Rohstoffen und Halbwaren nicht besonders hoch ist (van der Voet et al. 2005a, S. 7).

Neben den Fertigwaren konnten außerdem einige weitere Materialien nicht berücksichtigt, weil keine Informationen über ihren Materialverbrauch und/oder ihre Umweltauswirkungen vorlagen. Bei der Berechnung stellte sich heraus, dass fehlende Daten über den Materialverbrauch, und nicht über deren Umweltauswirkungen, der beschränkende Faktor waren (van der Voet et al. 2005a, S. 40). Das traf vor allem auf Materialien zu, die auf Grund ihres Gewichts eher vernachlässigbar sind. Bei der Berechnung des *DMC* fällt deren Fehlen also nicht besonders ins Gewicht. Da jedoch auch die Umweltschädlichkeit von sol-

chen Materialien besonders hoch sein kann, vervielfacht sich ihre Bedeutung und damit auch der Fehler bei einer Nichtberücksichtigung im *EMC*.

Einen weiteren Angriffspunkt bei der Erstellung jedes aggregierten Umweltauswirkungsin-
dikators stellt die Gewichtung dar. Denn es müssen völlig unterschiedliche Umweltauswir-
kungskategorien zu einem Indikator zusammengefasst werden. Die hier verwendete (fast)
gleichmäßige Gewichtung ist dabei nur als eine vorläufige Lösung gedacht (van der Voet
et al. 2009, S. 64). Eine allgemein anerkannte Form der Gewichtung gibt es bislang nicht
und da hier neben wissenschaftlichen auch politische Motive eine Rolle spielen, wird es
wahrscheinlich auch schwer werden sich auf eine solche zu einigen. Jedoch fordert die
Thematische Strategie der EU, dass die Indikatoren „im Idealfall [...] so aggregiert wie
möglich“ (Kommission der Europäischen Gemeinschaft 2005, S. 10) vorgelegt werden
sollen. Inwiefern nun die im *EMC* verwendete Gewichtung der Umweltauswirkungskatego-
rien „richtig“ ist kann nicht bewertet werden, es muss allerdings darauf hingewiesen wer-
den, dass sie recht willkürlich ist. Außerdem ist die Qualität der Ergebnisse der verschie-
denen Umweltauswirkungskategorien unterschiedlich. So beruhen zwar beispielsweise
die Ergebnisse zur Globalen Erwärmung auf anerkannten internationalen Studien, die der
Toxizitäten bringen jedoch noch viele Unsicherheiten mit sich (van der Voet et al. 2005a,
S. 8).

Ein weiterer Schwachpunkt des *EMC* ist, dass es keine Referenz- und Grenzwerte gibt,
also keine Aussagen darüber möglich sind, welcher Umfang an Umweltauswirkungen
nachhaltig bzw. nicht mehr nachhaltig ist. Denn die Aussage, dass Deutschland etwa 2%
Anteil an den globalen Umweltauswirkungen (gemessen an den weltweiten Auswirkungen
von 1995) hat, lässt keine Aussage über die Schadhafte dieser Auswirkungen zu und
inwieweit dies die Nachhaltigkeitsgrenzen überschreitet. Denn die weltweiten Auswirkun-
gen wurden in keinsten Weise bewertet, sondern stellen vielmehr eine Bestandsaufnahme
dar. Es kann hier also „nur“ untersucht werden, wer welchen Anteil an den Umweltauswir-
kungen verursacht hat, der Verbrauch welcher Materialien dafür inwieweit verantwortlich
ist und wie sich dies über die Zeit verändert. Es handelt sich also beim *EMC* (wie bei allen
hier vorgestellten Indikatoren) um einen relativen Indikator, bei dem der Grundsatz gilt,
dass weniger besser ist, ein Fallen also positiv, ein Steigen negativ zu bewerten ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die vorgestellten Ergebnisse des *EMC* auf
Grund der genannten Schwächen eher als Hinweis auf die potentiellen Umweltauswirkun-
gen und nicht als Abbildung der real auftretenden Umweltauswirkungen verstanden wer-
den muss. Auch die Ersteller des *EMC* sehen die Ergebnisse in der vorgestellten Form
nur als hindeutend an (van der Voet et al. 2005a, S. 62). Es ging bisher vielmehr darum,
eine Methodik aufzustellen und deren grundsätzliche Anwendbarkeit aufzuzeigen, sowie
darzulegen, welche Daten für eine bessere Berechnung noch fehlen. Das muss allerdings

nicht bedeuten, dass keinerlei Rückschlüsse aus den Ergebnissen gezogen werden könnten. So zeigen sie z.B., dass einige Materialien (Materialgruppen) die Umweltauswirkungen dominieren. Es kann zumindest vermutet werden, dass sich diese Materialien (Materialgruppen) auch bei einer verbesserten Berechnung nicht komplett ändern werden (van der Voet et al. 2005a, S. 62).

Trotzdem sollte der *EMC* nach Ansicht des Autors dieser Arbeit noch nicht als Indikator der breiten Öffentlichkeit vorgestellt und in den Nachhaltigkeitsindikator integriert werden. Zum einen ist die Datengrundlage noch verbesserungswürdig, zum anderen ist eine internationale Festlegung auf den *EMC* als Indikator für Umweltauswirkungen noch nicht erfolgt. Vielmehr ist die Diskussion darüber noch in vollem Gange und es werden verschiedene Ansätze untersucht. So wurden beispielsweise in einem für die Europäische Kommission von BEST ET AL. (2008) erstellten Bericht aus dem Jahr 2008 nach einer Evaluation die folgenden vier aggregierten Indikatoren als geeignete, sich ergänzende Werkzeuge für ein Monitoring der Auswirkungen des Einsatzes von natürlichen Ressourcen befunden: der *EMC*, der Indikator „Ökologische Fußabdruck“ (EF), der „Human Appropriation of Net Primary Production“ (HANPP) und „Land and Ecosystem Accounts“ (LEAC) (Best et al. 2008, S. 3). Auf die einzelnen Indikatoren einzugehen würde zu weit führen. Es zeigt aber, dass laut dieser Studie bislang keiner der Indikatoren die nötige Qualität besitzt, um alleine Auskunft über alle Umweltauswirkungen zu geben. Und auch durch dieses „Indikatorenset“ werden nicht alle Bereiche direkt abgedeckt, z.B. fehlen die Auswirkungen auf die Biodiversität (Best et al. 2008, S. 8). Da ein einzelner Indikator das Ziel der Ressourcen-Strategie der EU ist, sollten nun laut der Studie die zukünftigen Anstrengungen darin bestehen, die Überschneidungen zu identifizieren, die einzelnen Indikatoren weiter zu entwickeln und diese um die ihnen bisher fehlenden Bereiche zu erweitern. So könnte die Anzahl der Indikatoren des Korbes vielleicht verringert werden (Best et al. 2008, S. 3).

In einer Studie von VAN DER VOET ET AL. aus dem Jahr 2009 wird neben den vier Indikatoren des Indikatorensets zusätzlich u.a. der Ansatz der „Environmentally Extended Input-Output-Tabellen“ (EE-IO) untersucht (van der Voet et al. 2009). Bei den EE-IO handelt es sich um Input-Output-Tabellen, die durch umweltspezifische Kategorien erweitert werden. Dabei werden den einzelnen Branchen z.B. ihre ausgestoßenen Emissionen oder ihr Rohstoffeinsatz beigelegt. Nun handelt es sich bei den EE-IO noch nicht um einen Indikator, sondern vielmehr um eine Datengrundlage – oder ein Gerüst – für die Erstellung von Indikatoren. Auch in dieser Studie wird letztlich wieder allen untersuchten Indikatoren und Ansätzen bescheinigt, dass sie alleine nicht alle Umweltauswirkungen anzeigen können (van der Voet et al. 2009, S. 16). Laut dieser Studie sind aber die EE-IO in der Theorie der beste Kandidat als Basis für einen solchen umfassenden Indikator (van der Voet et al. 2009, S. 165). Allerdings sind die bislang verfügbaren EE-IO zu wenig detailliert. Des-

wegen wird in der Studie vorgeschlagen mehr Umweltauswirkungen in die EE-IO zu integrieren (bislang sind es meist nur einige wenige Emissionen von Gasen), einen höheren Detaillierungsgrad bei den Wirtschaftssektoren zu schaffen und eine Unterscheidung nach den Produktionsstrukturen in den verschiedenen Ländern möglich zu machen (van der Voet et al. 2009, S. 164). Dabei wird auf diesem Gebiet momentan viel geforscht. Vor allem das von der Europäischen Kommission finanzierte Programm EXIOPOL arbeitet an der Erstellung solcher erweiterten EE-IO für Europa.²⁷

Es gibt also bislang noch keinen allgemein anerkannten Indikator von ausreichender Qualität, der alleine die Darstellung der Umweltauswirkungen des Ressourcenverbrauchs ermöglicht. Die Forschung ist allerdings in vollem Gange, daher ist in den kommenden Jahren mit einer deutlichen Weiterentwicklung zu rechnen.

7. Empfehlung

Es wird empfohlen derzeit weiterhin „nur“ das Gewicht der Materialflüsse und nicht ihre Umweltauswirkungen im Nachhaltigkeitsindikator darzustellen, da eine geeignete Methodik zur Berechnung dieser Auswirkungen bislang noch nicht in ausreichender Qualität vorliegt. Es sollte allerdings weiter intensiv an der Entwicklung eines solchen Indikators (oder Indikatoren-Sets) gearbeitet werden.

6.8 Aufbau einer separaten Berichterstattung zum Thema Ressourcen

Bislang wurde untersucht und diskutiert, welche Erweiterungen bzw. Anpassungen am Ressourcenindikator der Nachhaltigkeitsstrategie vorgenommen werden sollten. Es ist jedoch klar, dass sich das komplexe Themenfeld der Ressourcen nicht durch einen einzelnen Indikator vollständig abdecken lässt. Man muss sich beispielsweise entscheiden, ob man den Einsatz oder den Verbrauch darstellt. Außerdem wäre auch eine Aufschlüsselung nach den einzelnen Materialgruppen wünschenswert. Für die Nachhaltigkeitsstrategie, in der auch die Ressourcen nur einen Teilbereich darstellen, muss natürlich eine Verkürzung stattfinden. Allerdings sollte dieser Indikator dann ein so vollständig wie mögliches Bild bieten, weswegen auch die oben genannten Empfehlungen zur Erweiterung der *Rohstoffproduktivität* bzw. zur Integration eines neuen Indikators gegeben wurden. Nun sind die Ressourcen die Grundlage unseres Wirtschaftssystems und damit auch unseres Wohlstandes.

Deswegen sollte nach Meinung des Autors eine separate, jährliche Berichterstattung zu diesem Thema vom Statistischen Bundesamt (vielleicht in Kooperation mit dem Umweltbundesamt) aufgebaut werden. In gewisser Form liegt eine solche Berichterstattung durch

²⁷ Website von EXIOPOL für nähere Informationen: <http://www.feem-project.net/exiopol/>

das Kapitel „Rohstoff- und Materialeinsatz“ in den jährlichen Berichte zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen unter dem Titel „Umweltnutzung und Wirtschaft“ bereits vor (Statistisches Bundesamt 2010g). Allerdings sind in dieser Berichterstattung keine festen Indikatoren vorhanden. Es handelt sich mehr um eine relativ freie Analyse der Situation des aktuellen Rohstoff- und Materialeinsatzes, aufbauend auf Vergleichen zu einem Referenzjahr. Außerdem ist sie verhältnismäßig kurz und geht als Teil der sehr viel umfassenderen Veröffentlichung „Umweltnutzung und Wirtschaft“ etwas unter. Die neu geschaffene Berichterstattung sollte hingegen stärker auf fest definierten Indikatoren mit längeren Zeitreihen aufbauen sowie ausführlicher und als eigenständige Veröffentlichung konzipiert sein. Dabei könnte sie mehrere Indikatoren für die verschiedenen Themenbereiche, die bei den Ressourcen von Interesse sind, enthalten. Beispiele dafür wären neben dem hier vorgeschlagenen Nachhaltigkeitsindikator „Erweiterte *Rohstoffproduktivität*“, der ebenfalls noch eingehender beleuchtet werden könnte, ein nach den Materialgruppen aufgeteilter *TMC*/Ew* für den Pro-Kopf-Verbrauch (siehe Kapitel 5.6.2) oder ein Indikator über die Importabhängigkeit bei den verschiedenen Materialien, der sich auf den *TMI-RÄ* stützt. In diesem Zusammenhang könnte auch das „burden-shifting“ des Materialeinsatzes ins Ausland untersucht werden.

Wie diese Arbeit gezeigt hat, gibt es beim Statistischen Bundesamt bereits eine ausführliche Datenbasis, auf deren Grundlage sich die hier vorgestellten und etliche weitere Indikatoren erstellen und Sachverhalte untersuchen ließen. Daneben könnten und sollten natürlich auch Informationen zu weiteren Sachverhalten, die das Thema Ressourcen betreffen, einbezogen werden, so z.B. über Sekundärrohstoffe, mögliche Engpässe bei bestimmten Materialien oder die Preisentwicklung auf dem Rohstoffmarkt. Außerdem könnten auch aktuelle Forschungsergebnisse des Statistischen Bundesamtes vorgestellt oder externe Forschungsergebnisse bewertet werden. Ein weiterer Vorteil einer solchen neu geschaffenen Berichterstattung wäre, dass dadurch eine Möglichkeit entstünde abseits der Nachhaltigkeitsstrategie Indikatoren einzuführen. Sie wäre also sozusagen eine Zwischenstufe zwischen der rein internen Verwendung und der Aufnahme in die Nachhaltigkeitsstrategie und würde zudem einen ausführlicheren Blick auf das Themenfeld Ressourcen ermöglichen.

8. Empfehlung

Es wird empfohlen eine ausführlichere, jährliche Berichterstattung zum Thema Ressourcen in Deutschland aufzubauen, um ein vollständigeres, Indikatoren-gestütztes Bild über deren Nutzung in Deutschland geben zu können.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Das Abschlusskapitel dieser Arbeit soll die wichtigsten Ergebnissen noch einmal kurz zusammenfassen und einen kleinen Ausblick geben. Da ein großer Teil der Arbeit in der Darstellung des durch Deutschland ausgelösten Ressourceneinsatzes bestand, werden hier nun zunächst dessen wichtigste Merkmale benannt, bevor auf die Erweiterung der Nachhaltigkeitsberichterstattung eingegangen und dann ein kurzer Ausblick gegeben wird.

7.1 Die wichtigsten Entwicklungen des Ressourcenbedarfs

Es hat sich gezeigt, dass der vom *DMI-abiotisch* für den Zeitraum 2000 bis 2008 noch als fallend ausgewiesene Trend des Materialeinsatzes durch Hinzunahme der weiteren Materialflüsse (biotische Entnahme und Einfuhr, nichtverwertete inländische Entnahme, Rohstoffäquivalente) in einen steigenden Trend dreht. So stieg der *TMI-RÄ* in diesem Zeitraum um 5,0%, während der *DMI-abiotisch* um 5,7% fiel. Setzt man diese Indikatoren nun mit dem *BIP* in Verbindung und betrachtet die Produktivitätsveränderungen, so zeigt die alte *Rohstoffproduktivität (BIP/DMI-abiotisch)* eine Produktivitätssteigerung von 17,1%. Die neue *Erweiterte Rohstoffproduktivität (BIP/TMI-RÄ)* zeigt hingegen nur noch eine Steigerung von 5,1% an. Während die alte *Rohstoffproduktivität* eine „absolute Entkopplung“ anzeigt, ist es bei der „*Erweiterten Rohstoffproduktivität*“ eine „relative Entkopplung“. Die unterschiedliche Entwicklung von *DMI-abiotisch* und *TMI-RÄ* lag zum einen am steigenden Trend des Einsatzes von Biomasse und zum anderen an einer größer werdenden Deckung des Ressourcenbedarfs aus dem Ausland. So wurden 2008 laut *TMI-RÄ* gut 74% des verwerteten Materialbedarfs durch Importe gedeckt. Im Vergleich dazu wurde beim *DMI* nur eine Importabhängigkeit von etwa 35% ausgewiesen. Dies zeigt die enorme Bedeutung, die die Rohstoffäquivalente besitzen. Außerdem ist der angezeigte Importanteil des *TMI-RÄ* im Zeitraum von 2000 bis 2008 um weitere 4% angewachsen, es ist also ein „burden-shifting“ zu erkennen. Zudem bedeutet dies eine erhöhte Abhängigkeit vom Ausland. Bei den Erzen und Energieträgern ist diese mit einer Importabhängigkeit nahe 100% bzw. knapp 75% besonders hoch. Durch die Einbeziehung der Rohstoffäquivalente in den Nachhaltigkeitsindikator wird verhindert, dass dieser bedenkliche Trend auch noch als sinkender Materialeinsatz ausgewiesen wird.

Die Zusammensetzung des *TMI-RÄ* unterscheidet sich deutlich vom *DMI-abiotisch*. Während beim *DMI-abiotisch* die Baumineralien und die Energieträger mit 45% bzw. 40% den Indikator dominieren und die Erze nur etwa 10% ausmachen, zeigen sich beim *TMI-RÄ* völlig andere Anteile. Hier liegt die nichtverwertete inländische Entnahme (die im *DMI-abiotisch* nicht enthalten ist) auf dem ersten Platz. Sie macht rund 35% aus. Danach fol-

gen die Erze. Sie liegen bei etwa 30%. Die Baumineralien und Energieträger machen hingegen nur noch jeweils rund 10% aus, ebenso die neu hinzugekommene Biomasse.

Für den Ressourcenverbrauch, hier erfasst über den *TMC*-RÄ*, ergibt sich eine leichte Minderung um 5,7% von 2000 bis 2008. Dies lag an den deutlich steigenden Exporte-RÄ, die von 2000 bis 2008 um 30,6% zunahmen. Im Jahr 2008 lag der Materialverbrauch pro Einwohner in Deutschland bei 49,5 Tonnen. Den Hauptanteil machte mit 27,2 Tonnen die nichtverwertete Entnahme aus, gefolgt von 6,3 Tonnen Baumineralien, 5,5 Tonnen Energieträgern, 5,1 Tonnen Erze, 4,6 Tonnen Biomasse und 0,9 Tonnen Industriemineralien. Im Gegensatz dazu weist der *DMI-abiotisch/Ew* gerade einmal einen Materialverbrauch von 12,6 t/Ew aus.

Für die Ergebnisse des *EMC* über die Umweltauswirkungen muss zunächst darauf hingewiesen werden, dass diese wegen der Schwächen des *EMC* nur sehr vorsichtig interpretiert werden dürfen. Relativ sicher festhalten lässt sich aber, dass der Anteil der verschiedenen Materialgruppen an den Umweltauswirkungen sich deutlich von ihren gewichtsmäßigen Anteilen unterscheidet. Da der *EMC* auf dem *DMC* aufbaut, lassen sich deren Ergebnisse am besten miteinander vergleichen. So weist der *EMC* für das Jahr 2000 für die Biomasse einen Anteil von 41,9% an den Umweltauswirkungen aus, während der Gewichtsanteil beim *DMC*, ebenfalls für das Jahr 2000, bei nur 17,4% lag. Für die Baumineralien liegt der Gewichts-Anteil beim *DMC* bei 47,2%, beim *EMC* für die Umweltauswirkungen nur noch bei 9,4%. Dies macht deutlich, dass reine Gewichts-Indikatoren Umweltauswirkungen nur schlecht darstellen können, vor allem auf tieferen Gliederungsebenen.

7.2 Die Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsberichterstattung

Die Analyse der *Rohstoffproduktivität* (Kapitel 4) hat gezeigt, dass ihr Input-Indikator, der *DMI-abiotisch*, nur einen Teil der Materialflüsse beinhaltet, die Deutschland für seine Produktion benötigt. Es fehlen der direkte Materialeinsatz der Biomasse sowie alle indirekten Materialflüsse, bestehend aus der nichtverwerteten inländischen Entnahme, den Rohstoffäquivalenten und den nichtverwerteten ausländischen Entnahmen der Importe. Es wurde die Grundthese aufgestellt, dass der Nachhaltigkeitsindikator bezüglich des Ressourcenbedarfs und damit auch der Materialflüsse, so vollständig wie möglich sein sollte. Für die fehlenden Materialflüsse wurde deswegen untersucht, ob für sie verwertbare Daten vorliegen, welchen Anteil sie am Ressourceneinsatz in Deutschland haben, welche Indikatoren sich daraus ergeben und diese, zusammen mit der zu Grunde liegenden Methodik, vorgestellt. Für alle Materialflüsse, mit Ausnahme der mit den Importen assoziierten nichtverwerteten ausländischen Entnahme, konnte dabei festgestellt werden, dass Daten dazu vorliegen und eine Integration prinzipiell möglich ist. In Kapitel 6 wurden dann die verschiedenen Argumente, die für oder gegen eine Integration des jeweiligen Material-

flusses in den Nachhaltigkeitsindikator sprechen in einer Diskussion gegenübergestellt. Diese mündeten jeweils in einer Empfehlung darüber, ob die mögliche Erweiterung vorgenommen werden sollte oder nicht.

Für die Biomasse und die nichtverwertete inländische Entnahme wurde empfohlen, diese in den Nachhaltigkeitsindikator zu integrieren. Die Daten zu diesen Erweiterungen liegen bereits vom Statistischen Bundesamt vor, eine Integration wäre also mit geringem Aufwand verbunden. Bei den Rohstoffäquivalenten wurde diese Empfehlung ebenfalls gegeben, mit der Einschränkung, dass die Methodik zur Berechnung trotzdem noch weiter verbessert werden sollte. Für eine weitere prinzipiell sinnvolle Erweiterung, nämlich die Umrechnung des Gewichts der Materialien in ihre Umweltauswirkungen, musste festgestellt werden, dass die bisherigen Berechnungsansätze und die daraus entstehenden Indikatoren, u.a. der hier vorgestellte *EMC*, bislang noch nicht von ausreichender Qualität sind, um in den Nachhaltigkeitsindikator integriert zu werden.

Bei Befolgung der Empfehlungen 1 bis 7 entstünde als neuer Nachhaltigkeitsindikator die sogenannte *Erweiterte Rohstoffproduktivität*. Diese besitzt im Gegensatz zur alten *Rohstoffproduktivität* nun anstatt des *DMI-abiotisch* den *TMI-RÄ* als Input-Indikator. Dieser kann zwar weiterhin nicht als sicherer Gradmesser für die Umweltauswirkungen verwendet werden, gibt jedoch auf Grund ihrer größeren Vollständigkeit bei den Materialflüssen eine bessere Auskunft über die Entwicklung der Produktivität der deutschen Wirtschaft als die „alte“ *Rohstoffproduktivität*.

Die letzte, achte Empfehlung des 6. Kapitels betraf schließlich nicht mehr die Nachhaltigkeitsstrategie direkt, sondern bestand darin, dass eine ausführlichere, separate Berichterstattung zum Thema Ressourcen aufgebaut werden sollte. Denn diese Arbeit hat auch gezeigt, dass es die – für eine Nachhaltigkeitsstrategie nötige – Verkürzung unmöglich macht, ausreichend auf das komplexe Thema der Ressourcen einzugehen. Wie die Chancen für eine solche Berichterstattung aussehen, lässt sich bisher schwer beurteilen. Grundsätzlich sind aber bereits ausreichend Daten beim Statistischen Bundesamt vorhanden, um eine solche aufzubauen.

7.3 Ausblick

Bezüglich der hier vorgeschlagenen Integration der Nachhaltigkeitsstrategie der *Erweiterten Rohstoffproduktivität (BIP/TMI-RÄ)* und dessen Chancen lässt sich festhalten, dass seit September 2010 ein Prozess zur Weiterentwicklung der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie im Gange ist. Momentan wird nach einer ersten Runde der Bürgerbeteiligung der Entwurf eines Fortschrittsberichts verfasst. Inwiefern darin nun Änderungen an der *Rohstoffproduktivität* enthalten sein werden ist bislang nicht bekannt. Allerdings wurde im letzten Fortschrittsbericht aus dem Jahre 2008 erwähnt, dass eine Weiterentwicklung der

Rohstoffproduktivität geprüft werde. Ein Ergebnis dieser Prüfung ist der hier vorgestellte Ansatz zur Berechnung der Rohstoffäquivalente. Es scheint, als ob die Chancen für eine Erweiterung, zumindest um die biotischen Materialien und die RÄ, nicht schlecht stehen. Im Sommer diesen Jahres (2011) soll der Fortschrittsbericht der Öffentlichkeit präsentiert und eine zweite Runde der Bürgerbeteiligung gestartet werden. Es wird sich dann zeigen, welche (und ob überhaupt) Änderungen an der *Rohstoffproduktivität* vorgenommen wurden oder ob weitere Überzeugungsarbeit bezüglich ihrer Erweiterung notwendig ist.

Für die Umrechnung der Materialflüsse in ihre Umweltauswirkungen kann bescheinigt werden, dass die Forschung auf diesem Gebiet momentan in vollem Gange ist, was für die nächsten Jahre auf verbesserte Indikatoren hoffen lässt. Diese Entwicklungen sollten vom Statistischen Bundesamt weiter verfolgt und möglichst auch eigene Forschungen angestellt werden. So bieten sich z.B. durch die neu berechneten Daten zu den Rohstoffäquivalenten auch neue Möglichkeiten zur Berechnung der Umweltauswirkungen, die es wert wären näher untersucht zu werden. Außerdem werden durch das Projekt EXIOPOL auch in absehbarer Zukunft ausführlichere EE-IO für Europa zur Verfügung stehen, die wiederum die Basis für „neue“ Indikatoren bilden können.

Und aussagekräftige Indikatoren zur Messung des Fortschritts auf dem Weg zu einem niedrigeren Ressourcenbedarf werden dringend benötigt. Welche Unterschiede die Verwendung von verschiedenen Indikatoren bei der Darstellung der Entwicklung haben kann, hat sich deutlich in Kapitel 5.6 beim Vergleich der Ergebnisse der Indikatoren gezeigt. Während der *DMI-abiotisch* einen Rückgang des Materialeinsatzes seit dem Jahr 2000 ausweist, zeigt der vollständigere *TMI-RÄ* ein Ansteigen an. Dieser steigende Trend ist höchst bedenklich, denn wenn nicht einmal die industrialisierten, wohlhabenden Länder in der Lage sind ihren sehr hohen Ressourcenbedarf zu senken, dann wird es schwierig werden die sich in Zukunft allen Erwartungen nach auf Grund des Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums deutlich erhöhende Ressourcennachfrage in den Schwellen- und Entwicklungsländern auszugleichen. Gelingt dies nicht, so drohen unüberschaubare Umweltauswirkungen (z.B. durch den Klimawandel), steigende Rohstoffpreise und ein deutlich steigendes Konfliktpotenzial auf Grund der Knappheit der Ressourcen. Deswegen müssen nun entschlossen Maßnahmen zur Verringerung des Ressourcenbedarfs bzw. zur Verbesserung der Produktivität durchgeführt werden. Zur Feststellung des Ist-Zustands und zur Erfolgskontrolle auf dem Weg zu solchen Produktivitätssteigerungen ist die empfohlene *Erweiterte Rohstoffproduktivität* deutlich besser geeignet als der alte Indikator *Rohstoffproduktivität*, weil sie vollständiger ist, die globale Verantwortung Deutschlands mit einbezieht und damit bessere und richtungssichere Aussagen bezüglich der tatsächlichen Produktivitätssteigerungen in Deutschland liefert.

8 Literaturverzeichnis

- Best, A.; Giljum, S.; Simmons, C.; Blobel, D.; Lewis, K.; Hammer, M. et al. (2008): Potential of the Ecological Footprint for monitoring environmental impacts from natural resource use. Analysis of the potential of the Ecological Footprint and related assessment tools for use in the EU's Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources. Report to the European Commission. Herausgegeben von DG Environment. Online verfügbar unter <http://ec.europa.eu/environment/natres/pdf/footprint.pdf>, zuletzt geprüft am 18.09.2010.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.) (1997): Agenda 21. Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung. Online verfügbar unter http://www.un.org/Depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf, zuletzt geprüft am 22.02.2011.
- Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland. Herausgegeben von Bundesregierung. Online verfügbar unter http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2006-2007/perspektiven-fuer-deutschland-langfassung.html, zuletzt geprüft am 10.11.2010.
- Buyny, S.; Klink, St.; Lauber, U. (2009): Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators. Verbesserung von Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung. Herausgegeben von Umweltbundesamt und Statistisches Bundesamt. Wiesbaden. Online verfügbar unter <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UmweltoekonomisheGesamtrechnungen/Materialinputindikator,property=file.pdf>, zuletzt geprüft am 18.09.2010.
- Buyny, S.; Lauber, U. (2009): Weiterentwicklung des Indikators „Rohstoffproduktivität“ der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Berechnung der Importe und Exporte in Rohstoffäquivalenten. Herausgegeben von Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/WirtschaftStatistik/UGR/UGR112009,property=file.pdf>, zuletzt aktualisiert am 2009, zuletzt geprüft am 29.10.2010.
- European Communities (Hg.) (2001): Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide. Luxemburg. Online verfügbar unter http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-34-00-536/EN/KS-34-00-536-EN.PDF, zuletzt geprüft am 29.01.2011.
- Fischer-Kowalski, M.; Swilling, M. (2011): Decoupling the use of natural resources and environmental impacts from economic activity. Scoping the challenges. Final Draft. Herausgegeben von UNEP und International Resource Panel. Online verfügbar unter http://www.sustainabilityinstitute.net/newsdocs/documents-mainmenu-31/doc_download/400-sustainable-resource-management-scoping-the-challenges, zuletzt geprüft am 22.02.2011.
- Frischknecht, R.; Bollens; Bosshart (1996): Ökoinventare von Energiesystemen. Herausgegeben von Eidgenössische Technische Hochschule (ETH). Zürich.

- Giljum, S.; Hinterberger, F.; Bruckner, M.; Burger, E.; Frühmann, Jo.; Lutter, S.; Pirgmaier, E. (2009): Ohne Maß und Ziel? Über unseren Umgang mit den natürlichen Ressourcen der Erde. Herausgegeben von GLOBAL 2000 Friends of the Earth Europe SERI, zuletzt geprüft am 22.02.2011.
- IFEU Heidelberg (2007): Endbericht Ermittlung und Bereitstellung von Koeffizienten zum Rohstoffeinsatz bei Importgütern. Unter Mitarbeit von Jens Lasche, Heiko Lübs und Jürgen Giegrich et al. Herausgegeben von Statistisches Bundesamt. Heidelberg. Online verfügbar unter http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UmweltökonomischeGesamtrechnungen/Endbericht__ifeu.property=file.pdf, zuletzt geprüft am 13.01.2011.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2005): Thematische Strategie für Nutzung eine nachhaltige natürlicher Ressourcen. Herausgegeben von Kommission der Europäischen Gemeinschaft. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0670:FIN:DE:PDF>, zuletzt geprüft am 23.12.2010.
- Krausmann, F.; Giegrich, S.; Eisenmenger, N.; Erb, K. H.; Haberl, H.; Fischer-Kowalski, M. (2009): Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. Herausgegeben von Ecological Economics 2009. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VDY-4WGWCTB-1/2/fc857ae6564f8d56eb4b2f8c2f389777>, zuletzt geprüft am 06.03.2011.
- Lauber, U. (2005): Gesamtwirtschaftlicher Rohstoffeinsatz im Rahmen der Materialflussrechnungen. Herausgegeben von Statistisches Bundesamt. (Wirtschaft und Statistik, 3/2005). Online verfügbar unter <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2005/UGR/Rohstoffeinsatz.property=file.pdf>, zuletzt aktualisiert am 2005, zuletzt geprüft am 07.01.2011.
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2008): Fortschrittsbericht 2008. zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Für ein nachhaltiges Deutschland. Berlin. Online verfügbar unter http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Publikation/Bestellservice/___Anlagen/2008-11-17-fortschrittsbericht-2008.html, zuletzt geprüft am 21.02.2011.
- Regierungonline (2010): Konsultationspapier vom 20. September 2010. Fortschrittsbericht 2012 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, zuletzt aktualisiert am 22.09.2010, zuletzt geprüft am 21.02.2011.
- Schütz, H.; Bringezu, S. (2008): Ressourcenverbrauch von Deutschland - aktuelle Kennzahlen und Begriffsbestimmungen. Erstellung eines Glossars zum „Ressourcenbegriff“ und Berechnung von fehlenden Kennzahlen des Ressourcenverbrauchs für die weitere politische Analyse. Herausgegeben von Umweltbundesamt. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH. Dessau/Roßlau. (Texte, 02/08). Online verfügbar unter <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3426.pdf>, zuletzt geprüft am 18.09.2010.
- Schweinert, S. (2004): Nationales Handbuch Materialkonto. Herausgegeben von Statistisches Bundesamt. Wiesbaden. (Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, 13), zuletzt geprüft am 28.01.2011.

- Seibel, S. (2006): Nutzung von Daten der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen für die Berichterstattung und Analyse im Rahmen der Nachhaltigkeits-Strategie. Herausgegeben von Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/NachhaltigkeitsStrategie,property=file.pdf>, zuletzt geprüft am 16.12.2010.
- Statistisches Bundesamt (2010a): Gesamtentwicklung im Außenhandel seit 1950 - 2009. Herausgegeben von Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Aussenhandel/Gesamtentwicklung/Tabellen/Content100/GesamtentwicklungAussenhandel,property=file.pdf>, zuletzt aktualisiert am 16.12.2010, zuletzt geprüft am 05.03.2011.
- Statistisches Bundesamt (2010b): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Daten zum Indikatorenbericht 2010. Herausgegeben von Statistisches Bundesamt. Wiesbaden, zuletzt geprüft am 29.01.2011.
- Statistisches Bundesamt (2010c): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - Indikatorenbericht 2010. Herausgegeben von Statistisches Bundesamt, zuletzt geprüft am 01.11.2010.
- Statistisches Bundesamt (2010d): Rohstoffeffizienz: Wirtschaft entlasten, Umwelt schonen. Ergebnisse der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2010. Begleitmaterial zur Pressekonferenz am 17. November 2010 in Berlin. Herausgegeben von Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2010/ugr/pressebroschuere__ugr,property=file.pdf, zuletzt aktualisiert am 08.11.2010, zuletzt geprüft am 13.02.2011.
- Statistisches Bundesamt (Hg.) (2010e): Statistisches Jahrbuch 2010. Wiesbaden. Online verfügbar unter <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/SharedContent/Oeffentlich/B3/Publikation/Jahrbuch/StatistischesJahrbuch,property=file.pdf>, zuletzt geprüft am 03.03.2011.
- Statistisches Bundesamt (2010f): Umweltnutzung und Wirtschaft 2010. Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Herausgegeben von Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1026442>, zuletzt geprüft am 04.12.2010.
- Statistisches Bundesamt (2010g): Umweltnutzung und Wirtschaft 2010. Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Herausgegeben von Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1026443>, zuletzt geprüft am 01.02.2011.
- U.S. Geological Survey (2004): Mineral Commodity Summaries. Online verfügbar unter <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/>, zuletzt geprüft am 06.01.2011.

- United Nations (Hg.) (1987): Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. [Brundtland-Report]. Rio de Janeiro. Online verfügbar unter <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>, zuletzt geprüft am 03.03.2011.
- United Nations; European Commission; International Monetary Fund; Organisation for Economic Co-operation and Development; World Bank (2003): Handbook of National Accounting. System of Integrated Environmental and Economic Accounting. Final Draft prior to official editing. Online verfügbar unter <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea.asp>, zuletzt geprüft am 07.01.2011.
- UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2009): World Population Prospects: The 2008 Revision. (advanced Excel tables). Herausgegeben von United Nations. New York. Online verfügbar unter <http://data.un.org/Data.aspx?q=population&d=PopDiv&f=variableID%3a12>, zuletzt geprüft am 03.03.2011.
- van der Voet, Ester; de Bruyn, Sander; Tukker, Arnold (2009): Environmental Impact of the use of Natural Resources and Products. Herausgegeben von Department Industrial Ecology. Institute of Environmental Sciences (CML). Leiden. (CML Report, 184). Online verfügbar unter http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/publications/eurostat_indicators_final_report_version_141009.pdf, zuletzt geprüft am 18.09.2010.
- van der Voet, Ester; van Oers, Laurant; Moll, Stephan; Schütz, Helmut; Bringezu, Stefan; de Bruyn, Sander et al. (2005a): Policy Review on Decoupling. Development of indicators to assess decoupling of economic development and environmental pressure in the EU-25 and AC-3 countries. Herausgegeben von European Community. (CML Report, 166). Online verfügbar unter http://ec.europa.eu/environment/natres/pdf/fin_rep_natres.pdf, zuletzt geprüft am 18.09.2010.
- van der Voet, Ester; van Oers, Laurant; Moll, Stephan; Schütz, Helmut; Bringezu, Stefan; de Bruyn, Sander et al. (2005b): Policy Review on Decoupling - Annexes. Herausgegeben von European Community. 2005. (CML Report, 166). Online verfügbar unter <http://media.leidenuniv.nl/legacy/Policy%20Review%20on%20Decoupling%20Annexes.pdf>, zuletzt geprüft am 23.12.2010.
- Weizsäcker, Ernst Ulrich von; Lovins, Amory B; Lovins, L Hunter (1995): Faktor Vier. Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch. der neue Bericht an den Club of Rome. München: Droemer Knauer.
- WWF; Zoological Society of London; Global Footprint Network (2010): Living Planet Report 2010. Biodiversity, biocapacity and development. Herausgegeben von WWF. Gland, Schweiz. Online verfügbar unter <http://www.footprintnetwork.org/press/LPR2010.pdf>, zuletzt geprüft am 03.03.2011.

Anhang

Anhang I: Güterlisten der MFR

Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung

Verwertete inländische Entnahme	
Abiotische Materialien	Biotische Materialien
Fossile Energieträger	Biomasse
Steinkohle	Getreide
Braunkohle	Hülsenfrüchte
Erdöl	Hackfrüchte
Erdgas, Grubengas und Erdölgas	Handelsgewächse
Sonstige Energieträger	Gemüse
Erze	Obst einschl Weinmosternte
Eisenerze	Stroh für Futter- und Einstreuzwecke
Nicht-Eisenerze	Zwischenfrüchte
Baumineralien	Rübenblätter für Futterzwecke
Natursteine, nicht gebrochen	Futterpflanzen und Grünland
Kalk-, Gipsstein, Anhydrit, Kreide, Dolomit, Schiefer	Nadelholz
Bausande und andere natürliche Sande	Laubholz
Feldsteine, Kiese, gebrochene Natursteine 1)	Rinde
Tone, Baumineralien ang	Fischerei
Industriemineralien	Fangmengen der Hochsee- und Küstenfischerei
Kieselsaure Sande und Quarzsande	Fangmengen der Binnenfischerei
Kaolin und andere Spezialtone	Jagdstrecke
Chemische und Düngemittelminerale	
Salze	
Steine und Erden ang, sonstige Bergbauerzeugnisse	
Torf für gärtnerische Zwecke	
Nichtverwertete inländische Entnahme	
Abraum / Bergematerial von Energieträgern	Nichtverwertete Biomasse
darunter: Abraum der Braunkohle	
Bergematerial mineralischer Rohstoffe	
Boden, Steine und Baggergut	

Einfuhr und Ausfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad	
Abiotische Materialien	Biotische Materialien
Rohstoffe	
Fossile Energieträger	Biomasse
Steinkohle Braunkohle Erdöl Erdgas und Erdölgas Sonstige Energieträger Mineralische Rohstoffe	Pflanzliche Biomasse aus der Landwirtschaft Pflanzliche Biomasse aus der Forstwirtschaft Biomasse von Tieren
Erze	
Eisenerze Nichteisenerze Aluminiumerze Kupfererze Sonstige Nicht-Eisenerze	
Baumineralien	
Natursteine, nicht gebrochen Kalk-, Gipsstein, Anhydrit, Kreide, Dolomit, Schiefer Bausande und andere natürliche Sande Feldsteine, Kiese, gebrochene Natursteine Tone, Baumineralien ang	
Industriemineralien	
Kieselsaure Sande und Quarzsande Kaolin und andere Spezialtone Chemische und Düngemittelminerale Salze Steine und Erden ang, sonstige Bergbauerzeugnisse Torf für gärtnerische Zwecke	
Halb- und Fertigwaren	
Fossile Energieträger	Biomasse
von Kohlen von Erdöl von Erdgas und sonstigen Energieträgern	von Pflanzen aus der Landwirtschaft von Pflanzen aus der Forstwirtschaft von Tieren
Erze	
von Eisenerzen von Nicht-Eisenerzen	
Baumineralien	
von Baumineralien	
Industriemineralien	
von Industriemineralien	

Anhang II: Daten aus den MFA

Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; eigene Darstellung

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Verwertete inländische Entnahme															
Gesamt	1319	1271	1248	1231	1191	1233	1205	1139	1112	1082	1108	1074	1093	1101	1082
Fossile Energieträger	278	266	256	244	227	221	221	222	228	226	227	221	216	219	209
Erze	0,1	0,1	0,1	0,2	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
Baumineralien	766	727	699	689	666	713	679	622	595	591	566	544	581	560	552
Industriemineralien	64	58	59	61	60	62	59	58	59	59	62	63	64	62	60
Biomasse	211	220	235	237	238	236	245	237	230	206	253	246	232	260	261
Einfuhren gesamt (Rohstoffe+Halbwaren+Fertigwaren)															
Gesamt	463	464	475	482	505	489	521	507	513	542	560	562	599	606	604
Fossile Energieträger	237	234	257	259	269	259	288	273	278	298	302	305	316	303	310
Erze	87	90	83	90	100	93	107	99	101	103	117	113	128	138	134
Baumineralien	30	29	29	27	24	25	28	22	21	19	18	19	19	20	20
Industriemineralien	39	40	37	36	37	35	37	33	32	34	34	33	35	36	35
Biomasse	71	70	70	71	74	77	81	80	81	88	90	93	102	109	106
Ausfuhren gesamt (Rohstoffe+Halbwaren+Fertigwaren)															
Gesamt	223	225	238	249	260	265	289	292	304	318	349	357	380	396	388
Fossile Energieträger	49	50	59	59	60	61	67	68	72	79	91	87	88	91	84
Erze	52	53	53	61	61	61	67	69	71	73	81	79	90	95	97
Baumineralien	26	24	25	25	27	29	29	28	29	28	31	32	38	41	44
Industriemineralien	43	41	45	46	49	49	49	51	56	61	64	67	68	71	62
Biomasse	53	56	56	58	63	67	76	75	76	77	82	90	96	98	101
Nichtverwertete inländische Entnahme															
Gesamt	2357	2214	2149	2047	2020	2084	2056	2087	2167	2117	2215	2180	2113	2205	2229
Abraum der Braunkohle	1870	1755	1675	1568	1534	1562	1531	1594	1678	1667	1758	1727	1663	1736	1791
Abraum anderer Energieträger	50	53	48	47	42	40	34	31	30	30	32	31	27	27	21
Bergematerial mineral.Rohstoffe	136	130	125	126	123	132	128	122	119	120	118	114	117	116	113
Nichtverwertete Biomasse	195	178	175	182	190	189	202	190	191	164	199	201	194	213	192
Boden, Steine und Baggergut	106	99	126	125	131	161	161	150	148	136	108	107	110	113	111

Anhang III: Güterliste der Rohstoffäquivalente

Quelle: Buyny et al. 2009; eigene Darstellung

Güterliste des Rohstoffäquivalente	
Abiotische Materialien	Biotische Materialien
Fossile Energieträger	Biomasse
Steinkohle	Hülsenfrüchte
Braunkohle	Anderes Obst
Erdöl (roh) / andere Erdöle	Bananen
Erdgas	Fischerei
Grubengas	Biomasse Jagdstrecke
Uran- und Thoriumerze	Futterpflanzen
Erze	Gemüse
Eisen- und Manganerze	Getreide
Kupfer-/Nickelerze	Hackfrüchte
Aluminiumerze (Bauxit)	Handelsgewächse
Bleierze	Holz
Zinkerze	Rinde
Edelmetallerze	Sonstige Biomasse Pflanzen Landwirtschaft
Anderer Erze	Sonstige Forstwirtschaft
Baumineralien	Stroh für Futter und Einstreu
Natursteine	Weinmost
Kalk	Zitrusfrüchte
Gipsstein, Anhydrit; u.ä.	
Kreide	
Dolomit, auch gebrannt	
Schiefer	
Anderer natürliche Sande (ohne metallhaltige Sande) (=Bausand)	
Ausbaggerung von Hafenbecken	
Makadam (=Asphaltmischgut)	
Feldsteine, sonst. Kies, gebr. Natursteine f. d. Betonbau (=Baukies)	
Industriemineralien	
Kieselsaure Sande und Quarzsande	
Feuerfester Ton und Lehm, roh	
Bentonit, Bleich- und Walkerden	
Kaolin u.a. kaolinhaltiger Ton und Lehm, roh, Ziegelton	
Chemische Düngemittelminerale	
Salze	
Diamanten und Edelsteine (ohne Industriediamanten)	
Bimsstein; Schmirgel; natürlicher Korund, natürlicher Granat	
Natürlicher Graphit; Quarz und Quarzite	
Naturbitumen u. Naturasphalt; Asphaltgestein, u.ä.	
Glimmer	
Feldspat	
Kieselgur und verwandte Erden	
Speckstein	
Torf für gärtnerische Zwecke	
Sonstige Steine und Erden	

Anhang IV: Daten zu den Rohstoffäquivalenten

Quelle: Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung

	2000	2002	2004	2006	2008
Rohstoffäquivalente der Importe					
Gesamt	2321	2058	2214	2596	2494
Fossile Energieträger	305	287	271	325	315
Erze	1561	1375	1543	1836	1773
Baumineralien	188	148	142	157	146
Industriemineralien	40	49	52	61	53
Biomasse	228	199	207	216	207
Rohstoffäquivalente der Exporte					
Gesamt	1511	1467	1628	2003	1962
Fossile Energieträger	216	240	241	309	302
Erze	1039	989	1147	1407	1393
Baumineralien	162	150	147	173	156
Industriemineralien	8	12	8	15	15
Biomasse	87	76	85	99	96

Anhang V: Güterliste des EMC

Quelle: van der Voet et al. 2005a; eigene Darstellung

Güterliste des EMC	
Abiotische Materialien	Biotische Materialien
Fossile Energieträger	Biomasse
Erdgas zum Heizen	stärkehaltige Pflanzen
Erdgas zur Stromerzeugung	Faserpflanzen
Erdöl zum Heizen	Tierfasern
Erdöl zur Stromerzeugung	Proteinhaltige Pflanzen
Steinkohle zum Heizen	Tierisches Protein
Steinkohle zur Stromerzeugung	Fischprotein
Braunkohle zum Heizen	Ölpflanzen
Braunkohle zur Stromerzeugung	Tierische Fette
Plastik	Holz
Erze	Papier und Pappe
Aluminium	
Kupfer	
Eisen und Stahl	
Blei	
Nickel	
Zink	
Baumineralien	
Beton	
Keramik	
Ton	
Sand und Steine	
Industriemineralien	
Glas	
Salz	

Anhang VI: Daten zum EMC

Quelle: van der Voet et al. 2005a; eigene Darstellung

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
	EMC										
Gesamt	2,16%	2,00%	1,97%	1,86%	1,90%	1,89%	1,86%	1,84%	1,91%	1,84%	1,84%
Fossile Energieträger	0,95%	0,85%	0,81%	0,74%	0,73%	0,71%	0,71%	0,69%	0,69%	0,65%	0,64%
Erze	0,15%	0,15%	0,15%	0,10%	0,14%	0,15%	0,11%	0,11%	0,16%	0,14%	0,16%
Baumineralien	0,17%	0,18%	0,20%	0,22%	0,23%	0,21%	0,20%	0,19%	0,18%	0,18%	0,17%
Industriemineralien	0,04%	0,05%	0,06%	0,06%	0,08%	0,08%	0,07%	0,07%	0,09%	0,10%	0,10%
Biomasse	0,86%	0,77%	0,75%	0,75%	0,73%	0,75%	0,76%	0,76%	0,78%	0,77%	0,77%

Anhang VII: Übersicht über die vorgestellten Indikatoren

Eigene Darstellung

		Inländische Entnahme			Importe				Exporte			
		abiotisch	biotisch	Nicht verwert.	abiotisch		biotisch		abiotisch		biotisch	
					direkt	RÄ	direkt	RÄ	direkt	RÄ	direkt	RÄ
Einsatz	DMI-abio	X			X				X			
	DMI	X	X		X		X		X		X	
	TMI	X	X	X	X		X		X		X	
	TMI-RÄ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Verbrauch	DMC-abio	X			X							
	DMC	X	X		X		X					
	TMC*	X	X	X	X		X					
	TMC*-RÄ	X	X	X	X	X	X	X				

Anhang VIII: Übersicht über die Einsatz-Indikatoren

Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; eigene Darstellung

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	DMI-abiotisch														
Gesamt	1500	1444	1419	1406	1384	1409	1400	1330	1314	1329	1326	1297	1359	1338	1320
Fossile Energieträger	514	499	513	503	496	480	489	495	506	524	529	526	531	522	519
Erze	87	91	83	90	101	94	107	99	101	103	117	113	129	138	134
Baumineralien	796	756	727	716	690	738	707	644	616	609	584	562	600	580	572
Industriemineralien	102	98	96	97	97	97	96	91	91	93	95	95	99	98	95
	DMI														
Gesamt	1782	1735	1723	1713	1696	1722	1726	1646	1625	1624	1668	1636	1692	1707	1687
Fossile Energieträger	514	499	513	503	496	480	489	495	506	524	529	526	531	522	519
Erze	87	91	83	90	101	94	107	99	101	103	117	113	129	138	134
Baumineralien	796	756	727	716	690	738	707	644	616	609	584	562	600	580	572
Industriemineralien	102	98	96	97	97	97	96	91	91	93	95	95	99	98	95
Biomasse	282	291	305	308	312	312	326	317	311	294	342	339	334	369	367
	TMI														
Gesamt	4139	3949	3873	3760	3716	3806	3782	3733	3792	3740	3883	3816	3805	3912	3916
Fossile Energieträger	514	499	513	503	496	480	489	495	506	524	529	526	531	522	519
Erze	87	91	83	90	101	94	107	99	101	103	117	113	129	138	134
Baumineralien	796	756	727	716	690	738	707	644	616	609	584	562	600	580	572
Industriemineralien	102	98	96	97	97	97	96	91	91	93	95	95	99	98	95
Biomasse	282	291	305	308	312	312	326	317	311	294	342	339	334	369	367
Nichtwert. Inländ. Entnahme	2357	2214	2149	2047	2020	2084	2056	2087	2167	2117	2215	2180	2113	2205	2229
	TMI-RÄ														
Gesamt							6103		5850		6097		6401		6410
Fossile Energieträger							794		793		800		856		834
Erze							1668		1476		1660		1965		1907
Baumineralien							895		764		726		757		718
Industriemineralien							136		140		147		160		148
Biomasse							554		510		549		550		574
Nichtwert. Inländ. Entnahme							2056		2167		2215		2113		2229

Anhang IX: Übersicht über die Verbrauchs-Indikatoren

Quelle: Statistisches Bundesamt 2010g; Statistisches Bundesamt 2010d; van der Voet et al. 2005a; eigene Darstellung

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
DMC-abiotisch															
Gesamt	1330	1276	1237	1214	1187	1211	1187	1113	1087	1088	1058	1030	1075	1040	1033
Fossile Energieträger	465	450	454	444	436	419	422	427	434	445	438	439	443	431	435
Erze	35,4	37,6	29,5	29,2	40,0	33,0	40,0	30,4	30,4	30,7	36,1	33,5	38,9	43,5	37,0
Baumineralien	770	732	702	691	663	710	678	616	587	581	553	530	562	538	528
Industriemineralien	60	57	51	50	48	49	47	39	35	31	31	28	31	27	33
DMC															
Gesamt	1559	1510	1485	1464	1436	1456	1437	1354	1322	1305	1319	1279	1313	1311	1299
Fossile Energieträger	465	450	454	444	436	419	422	427	434	445	438	439	443	431	435
Erze	35	38	30	29	40	33	40	30	30	31	36	34	39	43	37
Baumineralien	770	732	702	691	663	710	678	616	587	581	553	530	562	538	528
Industriemineralien	60	57	51	50	48	49	47	39	35	31	31	28	31	27	33
Biomasse	229	234	248	249	249	245	250	242	235	217	261	249	238	271	266
TMC*															
Gesamt	3916	3725	3634	3511	3456	3541	3493	3441	3488	3422	3534	3459	3426	3515	3527
Fossile Energieträger	465	450	454	444	436	419	422	427	434	445	438	439	443	431	435
Erze	35	38	30	29	40	33	40	30	30	31	36	34	39	43	37
Baumineralien	770	732	702	691	663	710	678	616	587	581	553	530	562	538	528
Industriemineralien	60	57	51	50	48	49	47	39	35	31	31	28	31	27	33
Biomasse	229	234	248	249	249	245	250	242	235	217	261	249	238	271	266
Nichtwert.inländ. Entnahme	2357	2214	2149	2047	2020	2084	2056	2087	2167	2117	2215	2180	2113	2205	2229
TMC*-RÄ															
Gesamt							4303		4079		4120		4018		4060
Fossile Energieträger							511		481		468		459		448
Erze							562		416		432		468		417
Baumineralien							704		585		548		546		518
Industriemineralien							79		72		75		77		71
Biomasse							391		358		382		355		377
Nichtwert.inländ. Entnahme							2056		2167		2215		2113		2229