

VERBESSERUNG VON ROHSTOFFPRODUKTIVITÄT
UND RESSOURCENSCHONUNG

WEITERENTWICKLUNG
DES DIREKTEN
MATERIALINPUTINDIKATORS

Impressum

Herausgeber: Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Telefon: 0340/21 03-0
E-Mail: info@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Statistisches Bundesamt
Gustav-Stresemann-Ring 11
65189 Wiesbaden
Telefon: (0611) 75-1
Email: www.destatis.de/Kontakt
Internet: www.destatis.de

Autoren: Šárka Buyny, Steffen Klink, Ursula Lauber

Redaktion: Kristine Koch, Felix Müller

Stand: August 2009

Titelbild: Kyler13, Fotolia 5182256

VERBESSERUNG VON ROHSTOFFPRODUKTIVITÄT UND RESSOURCENSCHONUNG – WEITERENTWICKLUNG DES DIREKTEN MATERIALINPUTINDIKATORS –

– Endbericht –

Vereinbarung zwischen dem Umweltbundesamt und dem Statistischen Bundesamt
Förderkennzeichen: 206 93 100/02

Šárka Buyny, Steffen Klink, Ursula Lauber

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
August 2009

INHALTSVERZEICHNIS

Tabellenverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis	6
Abkürzungsverzeichnis	7
Danksagung	9
Zusammenfassung	10
1. Einleitung	11
2. Hintergrund und Zielsetzung des Projekts.....	12
3. Berechnungs- und Schätzmethoden	14
3.1 Berechnungs- und Schätzmethoden von Rohstoffäquivalenten	14
3.1.1 Importe und direkter Materialeinsatz (DMI – Direct Material Input) in Rohstoffäquivalenten	14
3.1.2 Exporte und inländischer Materialverbrauch (Domestic Material Consumption – DMC) in Rohstoffäquivalenten	30
3.2 Energieeinsatz beim Transport der Im- und Exportgüter	34
4. Datenquellen	37
4.1 Externes Projekt: Koeffizienten zum Rohstoffeinsatz bei Importgütern	37
4.2 Basisdaten	38
5. Ergebnisse	40
5.1 DMI in Rohstoffäquivalenten	40
5.2 DMC in Rohstoffäquivalenten	46
5.3. Physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten	48
5.4 Ausgewählte Ergebnisse für einzelne Rohstoffe/Rohstoffgruppen	51
5.5 Energieeinsatz beim Transport der Im- und Exportgüter	55
5.6 Einschätzung/Bewertung der Ergebnisse	58
6. Weiterentwicklungsmöglichkeiten	62
6.1 Einbeziehung ausländischer Input-Output-Tabellen	62
6.2 Analyse der Sekundärrohstoffe.....	63
6.3 Erweiterung um die nicht-verwertete Entnahme	64
6.4 Sonstiges Verbesserungspotential	64
7. Ausblick.....	65
Anhang	67
Anhang 1: Ergebnistabellen	68
Anhang 2: Ausgewählte Übersichten aus dem IFEU-Koeffizientenprojekt	78
Anhang 3: Güterlisten	85
Anhang 4: Exkurs 1: Input-Output-Analyse	86
Anhang 5: Exkurs 2: Klassifikationen	91
Literatur	99

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3.1: Materialstromtabellen für Bleierz – 2.Teil, Verwendung von Blei nach ausgewählten Produktionsbereichen, Jahr 2005, in 1.000 RÄ-Tonnen	20
Tabelle 3.2: Input-Output-Tabellen für Holz	20
Tabelle 3.3: Materialstromtabellen für Holz – 2.Teil, Verwendung von Holz nach ausgewählten Produktionsbereichen, 2005, in 1.000 RÄ-Tonnen	22
Tabelle 3.4: Berechnung und Verwendung der inländischen Kalksteinintensitäten 2005	25
Tabelle 3.5: Indirekte Kalksteinimporte im Rohreis bei alternativen Berechnungsverfahren	29
Tabelle 3.6: Exporte in Kalksteinäquivalenten 2004 in 1.000 Tonnen	32
Tabelle 3.7: Einfluss der Berechnungsschritte auf das Ergebnis, DMI für Kupfererz, 2005, in 1.000 Tonnen	34
Tabelle 5.1: DMI in RÄ nach Rohstoffgruppen, Mill. Tonnen	44
Tabelle 5.2: DMC in RÄ nach Rohstoffgruppen, Mill. Tonnen	47
Tabelle 5.3: Physische Handelsbilanz in RÄ nach Rohstoffgruppen, Mill. Tonnen	49
Tabelle 5.4a, Teil 1: DMI, DMC und PHB in RÄ in Mill. Tonnen, 2000	50
Tabelle 5.4b, Teil 2: DMI, DMC und PHB in RÄ in Mill. Tonnen, 2005	50
Tabelle 5.5: Importierte Tonnen und importierte Tonnen in Bauxitäquivalenten, Baukiesäquivalenten und Getreideäquivalenten 2005, Mill. Tonnen	52
Tabelle 5.6: Importe in RÄ nach Rohstoffarten, 2000 und 2005, in Mill. Tonnen	54
Tabelle 5.7: Transport der exportierten und importierten Güter außerhalb des Territoriums nach Verkehrsträgern, 2005.....	56
Tabelle 5.8: Kumulierter Energieverbrauch (in Mill. Tonnen) für den Transport von Importgütern außerhalb des Territoriums nach Gütergruppen.....	57
Tabelle A.1.1: Zusammenrechnung der Indikatoren. DMI, DMC, PHB in Mill. Tonnen, 2000	68
Tabelle A.1.2: Zusammenrechnung der Indikatoren. DMI, DMC, PHB in Mill. Tonnen, 2005	68
Tabelle A.1.3: DMI nach Rohstoffgruppen, Mill. Tonnen, 2000–2005.....	70
Tabelle A.1.4: Importe in Mill. Tonnen nach PB	72
Tabelle A.1.5: Exporte in Mill. Tonnen nach PB.....	73
Tabelle A.1.6: Importe nach Rohstoffarten, in Mill. Tonnen	74
Tabelle A.1.7: Kumulierter Energieverbrauch (in Mill. Tonnen) für den Transport von Importgütern außerhalb des Territoriums nach PB	76
Tabelle A.1.8: Kumulierter Energieverbrauch (in Mill. Tonnen) für den Transport von Exportgütern außerhalb des Territoriums nach PB	77

Tabelle A.2.1: Liste der bereitgestellten Importkoeffizienten für abiotische und biotische Rohstoffe.....	78
Tabelle A.2.2: Auszug aus der Ergebnistabelle „abiotische Importkoeffizienten“	79
Tabelle A.2.3: Energiekoeffizienten für den Transport von Gütern in J/tkm und in t/tkm	81
Tabelle A.2.4: Auszug aus der Entfernungstabelle: andere Länder (außereuropäisch)	82
Tabelle A.2.5: PB-Gliederung mit Anzahl der Untergruppen und der Importkoeffizienten des IFEU	83
Tabelle A.3.1: Rohstoffliste der UGR	85
Tabelle A.4.1: Schema einer Input-Output-Tabelle	88
Tabelle A.4.2: Input-Output-Tabelle 1997 zu Herstellungspreisen mit gütermäßiger Aufgliederung der Importe, in Mrd. DM	90
Tabelle A.5.1: Auszug aus der WA-Klassifikation	92
Tabelle A.5.2: Auszug aus der SIO8 (PB8)-Klassifikation	94
Tabelle A.5.3: Die Verknüpfung WA und SIO8 (Auszug)	95
Tabelle A.5.4: Übergänge zwischen PB 120, PB 71, PB 60 und PB 40	97

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Schaubild 3.1: Berechnung des DMI in Rohstoffäquivalenten	15
Schaubild 3.2: Berechnung des DMC in Rohstoffäquivalenten	16
Schaubild 3.3: Materialstromtabellen (schematisch)	17
Schaubild 3.4a: Materialstromtabellen – 1.Teil (Beispiel: Blei, schematisch)	18
Schaubild 3.4b: Materialstromtabellen – 2.Teil (Beispiel: Blei, schematisch)	18
Schaubild 3.5: Materialstromtabellen für Bleierz – 1.Teil,2005, in 1.000 Tonnen	19
Schaubild 3.6: Materialstromtabellen für Holz – 1.Teil, 2005, in 1.000 Tonnen	21
Schaubild 3.7: Materialstromtabellen für Kieselgur – 1. Teil, 2005, in 1.000 Tonnen	23
Schaubild 3.8: Berechnung und Verwendung der Rohstoffintensitäten	24
Schaubild 3.9: Berechnung der Intensitäten und Integration der Importkoeffizienten	28
Schaubild 3.10: Rohstoffeinsatz in den Exporten	30
Schaubild 3.11: Rechenverfahren für den Energieeinsatz beim Transport von Im- und Exportgütern	35
Schaubild 5.1: DMI – alte versus neue Berechnung	41
Schaubild 5.2: DMI in Rohstoffäquivalenten – nach Ursprung	41
Schaubild 5.3a: DMI nach Rohstoffgruppen in%	42
Schaubild 5.3b: DMI nach Rohstoffgruppen in Mill. Tonnen	42
Schaubild 5.4: DMI in Rohstoffäquivalenten – nach Rohstoffgruppen	43
Schaubild 5.5: Rohstoffproduktivität – Indikator der Nachhaltigkeitsstrategie	44
Schaubild 5.6: Importe in tatsächlichen Tonnen und in RÄ-Tonnen – nach zusammengefassten Produktionsbereichen	45
Schaubild 5.7: DMC – alte versus neue Berechnung	46
Schaubild 5.8: DMC nach Rohstoffgruppen in%	47
Schaubild 5.9: Physische Handelsbilanz – alte versus neue Berechnung	48
Schaubild 5.10: Handelsbilanz, Importe und Exporte in RÄ	49
Schaubild 6.1: Vergleich von Produktionsstrukturen (Beispiel)	63

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
CPA	Statistische Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen in der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft
Def.	Definition
Destatis	Statistisches Bundesamt
DMC	Domestic Material Consumption (Inländischer Materialverbrauch)
DMI	Direct Material Input (Direkter Materialeinsatz)
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften
FKZ	Förderkennzeichen
GM	Gütermatrix
GP	Systematisches Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken; umfasst ca. 6 000 Positionen
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg
IOA	Input-Output-Analyse
IOT	Input-Output-Tabelle
J	Joule
kg	Kilogramm
LCA	Life Cycle Analyse
Mill.	Millionen
Mrd.	Milliarden
PB	Produktionsbereiche
PHB	Physische Handelsbilanz
PKA	Prozesskettenanalyse
RÄ	Rohstoffäquivalent(e)
RoM	Run of Mine
SIO	Systematik der Produktionsbereiche in Input-Output-Rechnungen; umfasst ca. 3 000 Positionen
t	Tonnen
tkm	Tonnenkilometer
TMC	Total Material Consumption (Globaler Materialverbrauch)

TMR	Total Material Requirement (Globaler Materialaufwand)
Tsd.	Tausend
UGR	Umweltökonomische Gesamtrechnungen
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen
vTI	Johann Heinrich von Thünen-Institut
WA	Warenverzeichnis für die Außenhandelsstatistik; umfasst ca. 10 000 Positionen

DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich bei Herrn Dr. Karl Schoer, der – damals noch in seiner Eigenschaft als Leiter der Gruppe Umweltökonomische Gesamtrechnungen im Statistischen Bundesamt – die Idee und erste Konzepte für dieses Projekt entwickelt und die Zusam-

menarbeit mit dem Umweltbundesamt in die Wege geleitet hat. Außerdem oblag ihm die Projektleitung in den ersten Monaten der Projektlaufzeit bis zu seinem Eintritt in den Ruhestand.

ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Projektbericht werden die Ergebnisse eines Forschungsprojektes zur Verbesserung des direkten Materialinputindikators (DMI) vorgestellt. Zielsetzung des Projektes ist es, den bisherigen Rohstoffindikator, der die im Inland entnommenen abiotischen Rohstoffe und die importierten abiotischen Materialien umfasst (Direkter Materialinput in die Wirtschaft – DMI ohne biotische Materialien), um einen Rohstoffindikator in Rohstoffäquivalenten zu ergänzen. Rohstoffäquivalente umfassen statt des tatsächlichen Gewichts der importierten Güter den so genannten direkten und indirekten Rohstoffeinsatz, d.h. das Gewicht aller zur Produktion der importierten Güter über die gesamte Produktionskette hinweg eingesetzten Rohstoffe. Zusätzlich werden die Rohstoffaufwendungen, die für den Transport von Im- und Exportgütern eingesetzt werden, berücksichtigt (Kapitel 3.2).

Der Bericht gibt einen kurzen Überblick über aktuelle nationale und internationale Entwicklungen im Hinblick auf die Materialflussrechnungen und die Messung der Ressourceneffizienz (Kapitel 2). Anschließend werden die Berechnungs- und Schätzmethoden zur Bereitstellung der Rohstoffäquivalente sowie die verwendeten Datenquellen detailliert dargestellt (Kapitel 3 und 4) und die wesentlichen Projektergebnisse präsentiert (Kapitel 5). So lässt sich z. B. feststellen, dass in Rohstoffäquivalenten berechnete Gewicht von Rohstoffentnahme und Importen fast zweieinhalb mal so hoch ist wie das tatsächliche Gewicht dieser Materialien. Betrachtet man ausschließlich die Importe, ist der Wert in Rohstoffäquivalenten sogar mehr als 5-mal so hoch wie die tatsächlichen Mengen der eingeführten Güter.

Zum Abschluss werden eine Einschätzung der Qualität der Ergebnisse der Berechnungen und ein Ausblick auf Weiterentwicklung und Verwendungsmöglichkeiten gegeben (Kapitel 6 und 7).

1. EINLEITUNG

Die Materialflussdaten der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) werden vielfältig nachgefragt. Ein wichtiges Beispiel auf internationaler Ebene ist die Initiative der OECD-Umweltminister und des OECD-Rates zur Einrichtung eines OECD-weiten Systems von Materialflussrechnungen. Die dadurch bereitgestellten Daten sollen unter anderem als statistischer Hintergrund für die so genannte 3R-Initiative (Reduce – Reuse – Recycle) dienen, die im Juni 2004 vom G8 Gipfel als Bestandteil einer Politik zur Förderung der nachhaltigen Entwicklung beschlossen wurde. Auch die Europäische Union hat 2005 eine thematische Strategie für nachhaltige Ressourcennutzung ins Leben gerufen¹ und benötigt für die Beobachtung der Entwicklungen auf diesem Gebiet eine adäquate Datenbasis. Die methodische Grundlage war bereits Anfang der 2000er Jahre bei Eurostat entwickelt und in einem Handbuch² präsentiert worden.

In Deutschland ist der Indikator Rohstoffproduktivität der nationalen Strategie für nachhaltige Entwick-

lung³ einer der 21 Indikatoren zur Beobachtung der nachhaltigen Entwicklung von Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft. Der Indikator ist methodisch in das System der UGR eingebunden. Er bezieht das Bruttoinlandsprodukt auf den abiotischen direkten Materialinput der Wirtschaft (DMI). Der DMI wird in Gewichtseinheiten gemessen und umfasst die aus der inländischen Natur entnommenen Rohstoffe sowie die importierten Güter. In den Indikator der Strategie werden die biotischen Materialien, wie vor allem land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse, nicht einbezogen. Der derzeitige Indikator Rohstoffproduktivität misst also die Effizienz der Volkswirtschaft im Umgang mit abiotischen Materialien.

Zielsetzung des Projektes ist es, den Rohstoffindikator weiter zu entwickeln und einen DMI in Rohstoffäquivalenten zu berechnen. Das Projekt wurde zu gleichen Teilen vom Statistischen Bundesamt und dem Umweltbundesamt finanziert.

1 Europäische Kommission: Thematische Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen, Brüssel 2005. http://ec.europa.eu/environment/natres/pdf/com_natres_de.pdf.

2 Eurostat: Economy-wide material flow accounts and derived indicators – A methodological guide, edition 2000, Luxemburg 2001.

3 Bundesregierung: Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung – Berlin 2002. Statistisches Bundesamt: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland – Indikatorenbericht 2008, Wiesbaden 2008.

2. HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG DES PROJEKTS

Der derzeitige Indikator der Nachhaltigkeitsstrategie bezieht, wie dargestellt, das Bruttoinlandsprodukt auf den abiotischen direkten Materialinput der Wirtschaft (DMI). Der DMI umfasst die aus der inländischen Natur entnommenen Rohstoffe sowie die importierten Güter und wird in Gewichtseinheiten (Tonnen) gemessen.

Durch die Einbeziehung nicht nur der Rohstoffe, sondern auch der bereits weiter verarbeiteten importierten Halb- und Fertigwaren in den Indikator können mögliche Veränderungen in der Importstruktur, wie zum Beispiel die im letzten Jahrzehnt für Deutschland zu beobachtende Substitution von Importen des Rohstoffs Eisenerz durch Roheisen, Stahl oder sogar noch weiter verarbeiteter Erzeugnisse, wie Fahrzeuge oder Maschinen, zumindest näherungsweise verfolgt werden. Der Import von Halb- und Fertigwaren aus Eisen (oder vorwiegend aus Eisen) hat sich beispielsweise zwischen 1994 und 2004 – gemessen in Gewichtseinheiten – um gut 65 % erhöht, während der Import von Eisenerz nur um knapp 9 % zunahm.

Zurzeit werden die gesamtwirtschaftlichen Angaben zum DMI im Rahmen der UGR in zwei Richtungen differenziert: Unterteilung der entnommenen (abiotischen) Rohstoffe nach Arten sowie eine Disaggregation aller Materialien nach verwendenden Branchen und (zugrunde liegenden) Rohstoffkategorien. Die importierten (abiotischen) Halb- und Fertigwaren, die sich in der Regel aus verschiedenen Materialien zusammensetzen, werden den Rohstoffkategorien nach dem Schwerpunktprinzip (überwiegende Materialart) zugeordnet. Die Differenzierung nach Rohstoffarten trägt der Tatsache Rechnung, dass sich die Umweltwirkungen der einzelnen Rohstoffe in Charakteristik und Intensität deutlich unterscheiden können. Die Differenzierung nach Branchen eröffnet die Möglichkeit, den Rohstoffverbrauch im Zusammenhang mit den verursachenden wirtschaftlichen Aktivitäten (driving forces) zu analysieren.

Trotz dieser detaillierten Berichterstattung ist die Ergänzung des bisherigen Indikators notwendig, weil die Messung der Rohstoffinputs anhand der Originalwerte die Gewichtsrelationen mit einer gewissen Verzerrung darstellt. Insbesondere repräsentiert das Gewicht der importierten Materialien in der Regel nur einen Teil der zu ihrer Erzeugung eingesetzten Rohstoffe. So gehen zum Beispiel allein bei der Umwandlung von Eisenerz in Roheisen rund 80 % des ursprünglichen Gewichts verloren. Ebenfalls nicht berücksichtigt beim Gewicht der importierten Metalle sind darüber hinaus auch die bei der Verhüttung ein-

gesetzten Energieträger. Eine Substitution von importiertem Eisenerz durch importiertes Roheisen oder importierten Stahl würde sich in dem auf den Originalwerten beruhenden Indikator als ein Rückgang des Rohstoffeinsatzes niederschlagen, obwohl sich der Verbrauch von Eisenerz und der zur Verhüttung eingesetzten Energieträger faktisch nicht verringert hat, sondern nur in das Ausland verlagert wurde.

Diese Schwäche soll durch eine Umrechnung auf Rohstoffäquivalente behoben werden. Zielsetzung des Projektes ist es, den bisherigen Rohstoffindikator um einen Materialindikator in Rohstoffäquivalenten zu ergänzen.

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. Der Rohstoffeinsatz bei der Herstellung der einzelnen Güter wird nach Rohstoffarten differenziert. Bei der Aggregation über alle importierten Güter und die im Inland entnommenen Rohstoffe hinweg ergibt sich somit der Gesamtrohstoffeinsatz für die Herstellung dieser Güter nach Rohstoffarten.

Neben den Importen in Rohstoffäquivalenten werden in dem Projekt als Zusatzinformation auch die Exporte in Rohstoffäquivalenten dargestellt. Damit kann die Bedeutung der internationalen Handelsströme für die Rohstoffnutzung einer Volkswirtschaft umfassend in einer Differenzierung nach Rohstoffarten analysiert werden. Die Darstellung in Rohstoffäquivalenten bildet eine deutlich verbesserte Grundlage, um zu ermitteln, in welchem Umfang vom Materialbedarf der deutschen Wirtschaft Belastungen im In- und Ausland ausgehen und welche Verlagerungen zwischen In- und Ausland stattfinden. Durch die Bilanzierung von Im- und Exporten in Rohstoffäquivalenten wird zudem deutlich, welcher Teil davon auf die Nachfrage aus dem Inland einerseits und aus dem Ausland andererseits zurückzuführen ist. Erst der Vergleich der verschiedenen Aggregate zeigt, wie ressourceneffizient die deutsche Wirtschaft tatsächlich ist, welche Verlagerungseffekte stattfinden und welche Aktivitätsbereiche im Sinne globaler Verantwortung die eigentlichen Auslöser für Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung sind.

Der zum Transport der importierten Waren nach Deutschland erforderliche Energieaufwand ist Bestandteil des DMI in Rohstoffäquivalenten. Entsprechend ist die Berechnung dieses Energieaufwandes für alle importierten Güter bzw. Gütergruppen ein wesentlicher Aspekt des Projektes⁴. Analog werden die Berechnungen für Exportgüter durchgeführt, um den DMC ermitteln zu können⁵.

Im Rahmen dieses Projektes werden darüber hinaus auch Äquivalente für die biotischen Rohstoffe berechnet, so dass sich zusätzlich die Möglichkeit ergibt, diese in die Betrachtung einzubeziehen, was insbesondere auf internationaler Ebene diskutiert wird.

Ein Rohstoffindikator auf der Basis von Äquivalenten eröffnet in mehrfacher Hinsicht verbesserte Aussage- und Analysemöglichkeiten. Neben den bereits erwähnten kann der erweiterte Indikator durch die Einbeziehung der indirekten Rohstoffnutzung auf deutlich verbesserter Grundlage genutzt werden, um die Wirkungskette von den „driving forces“ (Branchen) über die „pressures“ (Rohstoffmengen) unter Nutzung eines integrierten Datensatzes zu analysieren. Damit sind zwar noch nicht die „impacts“ (Umweltwirkungen der einzelnen Rohstoffarten) beschrieben, aber das Mengengerüst ist erheblich verbessert.

Hierauf können weitere Überlegungen zu einem ökologisch richtungssicheren Rohstoffindikator (oder Indikatorenatz) aufbauen.

Der im vorliegenden Projekt verwendete methodische Ansatz zur Berechnung von Rohstoffäquivalenten ist ein Verfahren, das Ergebnisse von Prozesskettenanalysen (PKA) auf Produktebene mit der gesamtwirtschaftlichen Input-Output-Analyse (IOA) verbindet. Die Ergebnisse sind damit auf die gesamte Volkswirtschaft bezogen. Anders als etwa Prozessketten- oder Life Cycle Analysen, die jeweils einzelne (ausgewählte) Produkte sehr detailliert betrachten, ist im Rohstoffäquivalent-Ansatz eine Aufsummierung über alle Rohstoffe und die gesamten wirtschaftlichen Aktivitäten (Produktion und Konsum) möglich. Somit sind die hier vorgelegten Ergebnisse sowohl für gesamtwirtschaftliche Produktivitätsbetrachtungen als auch für Analysen auf der Ebene der Rohstoffe (z. B. Bilanzierungen bestimmter Metalle) geeignet.

Die im Projekt zu erarbeitenden Ergebnisse sind zu einem detaillierten Datensatz in Zeitreihenform

(ab 2000 in jährlichen Angaben bis 2005) zusammengeführt, der nach Abschluss des Projektes vom Statistischen Bundesamt in jährlichem Turnus aktualisiert werden soll. Nach sorgfältigen Überprüfungen können entgegen der Projektbeschreibung keine Ergebnisse für 1995 in vergleichbarer Qualität wie ab 2000 geliefert werden (auch nicht ersatzweise für 1996). Folgende Gründe sind dabei zu nennen: 1. In der Klassifikation der Außenhandelsstatistik erfolgte eine Umstellung, die es sehr erschwerte, vergleichbare Aussagen innerhalb der Zeitreihe zwischen 1995 und 2000 zu tätigen. 2. Für die Jahre 1996 bis 1999 wurden im Statistischen Bundesamt keine Gütermatrizen⁶ erstellt, die für die Berechnungen benötigt werden. 3. Die Gütermatrix 1995 wurde nicht revidiert⁷, d. h. sie ist nicht vergleichbar mit den Gütermatrizen der Jahre 2000 bis 2005.

Der erstellte Datensatz enthält:

- Detaillierte Kreuztabellierung aller importierten Güter bzw. Gütergruppen mit den zu ihrer Herstellung direkt und indirekt eingesetzten Rohstoffen einschließlich der für den Transport der Güter benötigten Energie (nach Rohstoffarten).
- Detaillierte Kreuztabellierung aller exportierten Güter bzw. Gütergruppen mit den zu ihrer Herstellung direkt und indirekt eingesetzten Rohstoffen einschließlich der für den Transport der Güter benötigten Energie (nach Rohstoffarten).
- DMI in Rohstoffäquivalenten sowie physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten, jeweils nach Rohstoffarten. Dabei umfasst der DMI die biotische und abiotische Entnahme von Material im Inland sowie die gesamte Einfuhr (biotisch und abiotisch). Unter der „physischen Handelsbilanz“ ist der Saldo von Importen und Exporten zu verstehen, ausgewiesen in Gewichtseinheiten und für biotische sowie abiotische Güter.
- DMC in Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffarten. Der DMC (inländischer Materialverbrauch) in Rohstoffäquivalenten ist die Differenz aus dem DMI in Rohstoffäquivalenten und den ausgeführten Gütern in Rohstoffäquivalenten.

4 Siehe hierzu Kapitel 3.2

5 Definition: DMC = Domestic Material Consumption – Inländischer Materialverbrauch: Der Indikator wird dargestellt als Differenz aus DMI und den ausgeführten Gütern.

6 Näheres zum Thema Gütermatrizen siehe Kap. 3.1.

7 Unter einer Revision versteht man die Überarbeitung der Ergebnisse (auch der zurückliegenden) durch z. B. Einbeziehung neuer Daten, neuer Statistiken und/oder neuer Methoden in das Rechenwerk.

3. BERECHNUNGS- UND SCHÄTZMETHODEN

3.1 BERECHNUNGS- UND SCHÄTZMETHODEN VON ROHSTOFFÄQUIVALENTEN

3.1.1 IMPORTE UND DIREKTER MATERIALEINSATZ (DMI – DIRECT MATERIAL INPUT) IN ROHSTOFFÄQUIVALENTEN

Die direkten und indirekten Rohstoffinputs zur Herstellung der importierten und der exportierten Güter werden in einem aufwändigen Verfahren geschätzt. Dabei kommen zwei grundsätzliche Verfahrensweisen zum Einsatz: der so genannte Input-Output-Ansatz und der Koeffizientenansatz auf Basis der Prozesskettenanalyse.

Die deutschen Importe (bzw. Exporte) umfassen sowohl Güter mit einem niedrigen Bearbeitungsgrad (Rohstoffe, Rohmaterialien, ausgewählte Halbwaren) als auch solche mit einem hohen Bearbeitungsgrad, d. h. mit einer umfangreichen Vorleistungskette (insbesondere Fertigwaren sowie einige Halbwaren).

Bei der ersten Gruppe von Gütern (mit niedrigem Bearbeitungsgrad) kommt die Prozesskettenanalyse zum Einsatz. Diese Analyse verwendet direkte Informationen über den jeweiligen Rohstoffeinsatz bei der Herstellung bestimmter Importgüter im Ausland in Form von sog. Importkoeffizienten (ausgedrückt in Tonnen Rohstoff je Tonne Produkt). Als Grundlage für die Integration dieser Informationen dienen detaillierte physische Materialstromtabellen, die das Aufkommen und die Verwendung der Rohstoffe sowie der ersten Stufen der Weiterverarbeitung darstellen.

Für die zweite Gruppe von Gütern, solche mit einem hohen Bearbeitungsgrad, wird der Rohstoffeinsatz mit Hilfe des Input-Output-Ansatzes ermittelt. Dieser nutzt die in den Input-Output-Tabellen enthaltenen Informationen über die inländischen Produktionsverflechtungsbeziehungen. Ausgangspunkt für den Input-Output-Ansatz sind die monetären Input-Output-Tabellen (IOT), die im Rahmen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen erstellt werden⁸. Zur Ermittlung der Rohstoffäquivalente der importierten Halb- und Fertigwaren wird dabei für jede Rohstoffart eine erweiterte gemischt physisch-monetäre Input-Output-Analyse durchgeführt. Diese Analyse kombiniert die Ergebnisse der Materialstromtabellen-Berechnung (in Tonnen) mit Input-Output-Ansatz (in Euro).

Die Berechnungen gliedern sich in 14 Schritte, die im Folgenden detailliert erläutert werden (siehe Schaubilder 3.1 und 3.2). Diese 14 Schritte wurden für jeden einzelnen Rohstoff separat durchgeführt (Liste der Rohstoffe siehe Anhang 3, Tabelle A.3.1). Für die volkswirtschaftlichen Indikatoren (DMI, DMC, PHB) wurden die Ergebnisse über alle Rohstoffarten zusammengefasst.

⁸ Statistisches Bundesamt: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Input-Output-Rechnung (Fachserie 18 / Reihe 2). – Siehe auch Erläuterungen in Exkurs Input-Output-Analyse im Anhang.

Schaubild 3.1: Berechnung des DMI in Rohstoffäquivalenten

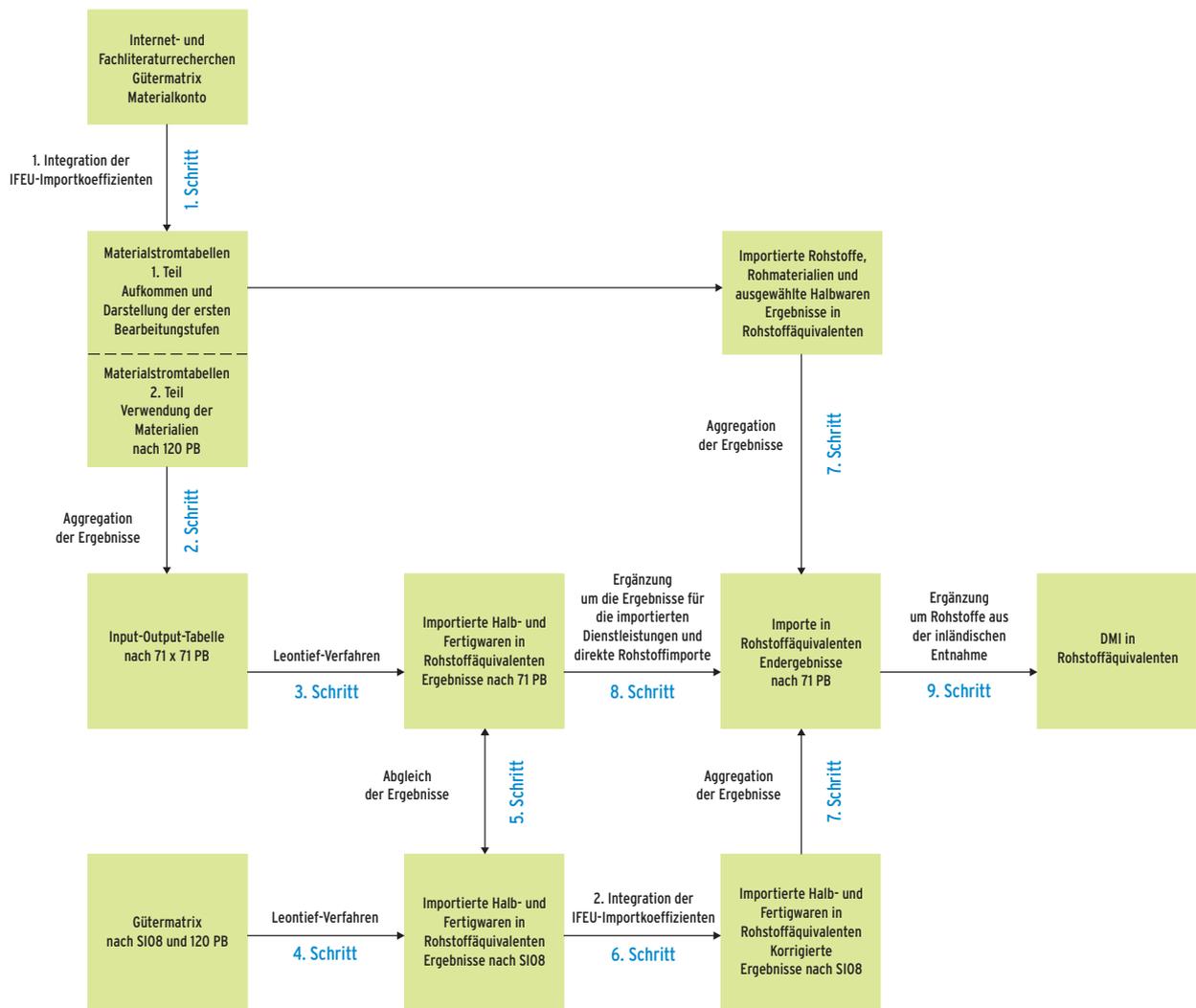


Schaubild 3.2: Berechnung des DMC in Rohstoffäquivalenten

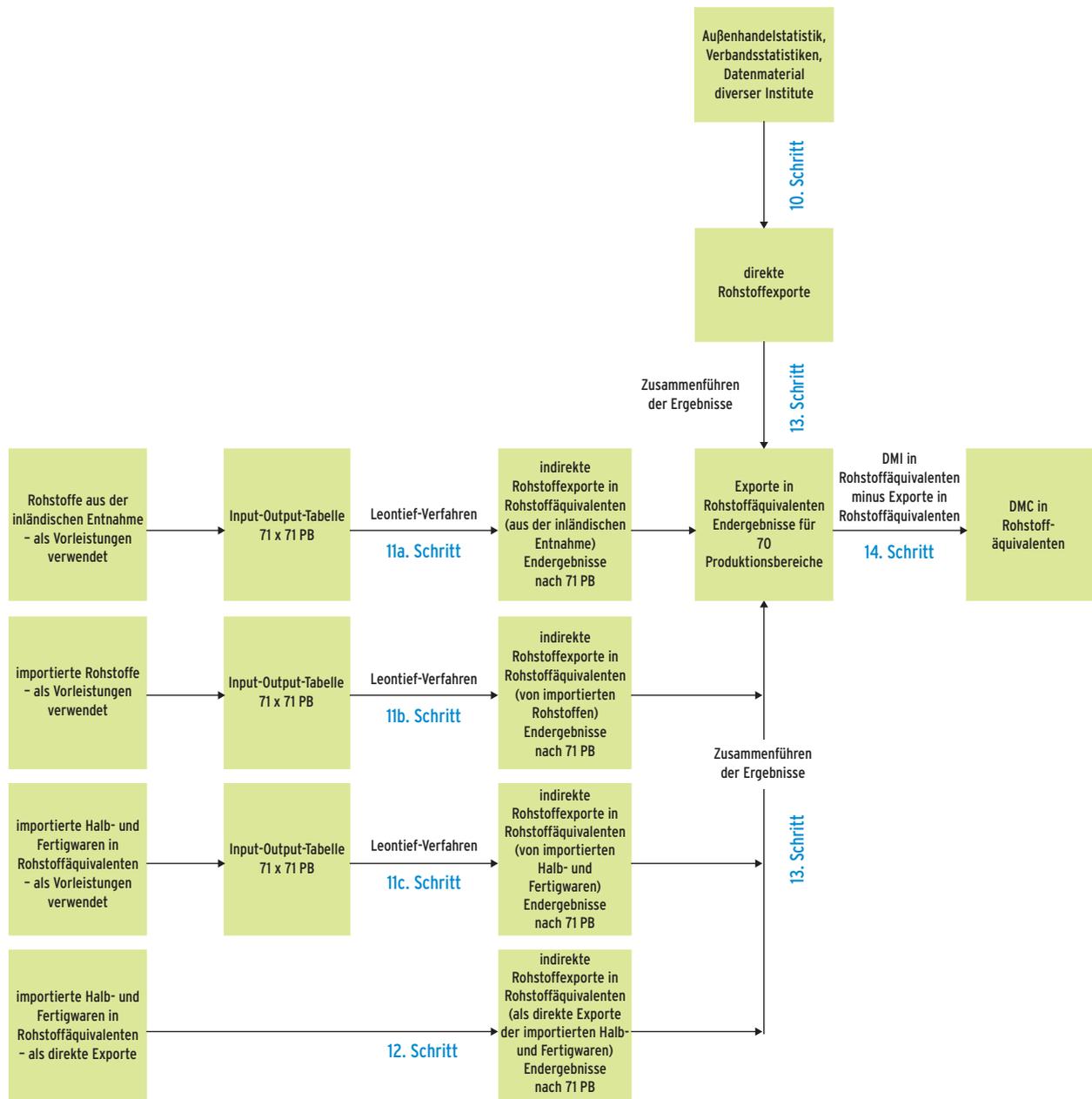
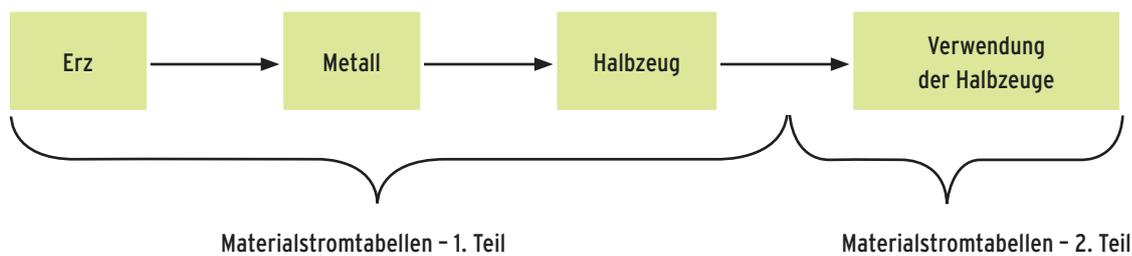


Schaubild 3.3: Materialstromtabellen (schematisch)



1. SCHRITT: ERSTELLUNG DER MATERIALSTROMTABELLEN

Wie bereits erwähnt, werden in einem ersten Schritt Materialstromtabellen für Rohstoffe 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 Halbwaren und dienen der Ermittlung der RÄ-Tonnen dieser Waren.

Mit Hilfe der Materialstromtabellen können physische Mengen genauer und detaillierter abgebildet werden, als dies mit den monetären Angaben aus den Input-Output-Tabellen (71 Produktionsbereiche) möglich ist, denn die Input-Output-Tabellen können nicht alle Produktionsprozesse innerhalb einzelner Produktionsbereiche in einer disaggregierten Form darstellen. Die Materialstromtabellen bieten den Vorteil, dass spezifische Informationen in physischen Einheiten über die Verwendung der einzelnen Materialflüsse auch innerhalb der Produktionsbereiche genutzt werden können, gleichzeitig können die unterschiedlichen Produktionsbedingungen im In- und Ausland berücksichtigt werden. In diesem Projekt werden deshalb für alle Rohstoffe (siehe Tabelle A.3.1) – in unterschiedlichem Detaillierungsgrad – diese spezifischen Materialstromtabellen erstellt.

Als Basisinformationen für diese Tabellen dienen Internetrecherchen, Fachliteratur, Informationen aus den Ergebnissen eines Subprojekts (näheres siehe Kapitel 4.1) und internes Datenmaterial, z. B. Gütermatrizen. Gütermatrizen sind spezielle Verwendungstabellen, die die Verwendungsstrukturen der Güter in der Volkswirtschaft sehr detailliert gegliedert darstellen⁹ (rund 3.000 Güter (SIO-Nomenklatur) zugeordnet zu 120 Produktionsbereichen¹⁰). Sie werden als Basis für die Erstellung von Input-Output-Tabellen benötigt, aber nicht veröffentlicht.

Die Materialstromtabellen werden in zwei Teile getrennt. Der erste Teil beinhaltet Schritt für Schritt die ersten Bearbeitungsstufen bis zu den Halbwaren (in Tonnen und in RÄ-Tonnen¹¹). Der zweite Teil beschreibt die Verwendungsstruktur der Produkte aus dem ersten Teil der Materialstromtabellen (in RÄ-Tonnen), d. h. sie zeigen, in welchen Produktionsbereichen diese Halbwaren (bzw. Rohstoffe) genutzt werden. Eine schematische Darstellung für Metall-erze findet sich in Schaubild 3.3, am Beispiel Blei in Schaubild 3.4a und Schaubild 3.4b.

⁹ Dabei wird zwischen inländischen und importierten Produkten unterschieden.

¹⁰ Zu den Zusammenhängen siehe Exkurs 2: Klassifikationen im Anhang 5 zu diesem Bericht.

¹¹ RÄ-Tonnen = Rohstoffäquivalente-Tonnen

Schaubild 3.4a: Materialstromtabellen - 1. Teil (Beispiel: Blei, schematisch)

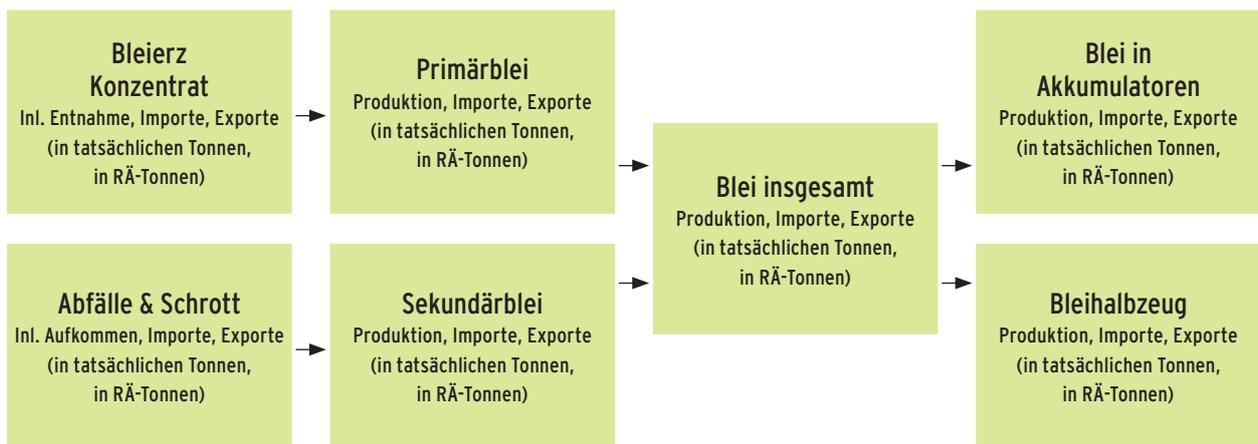
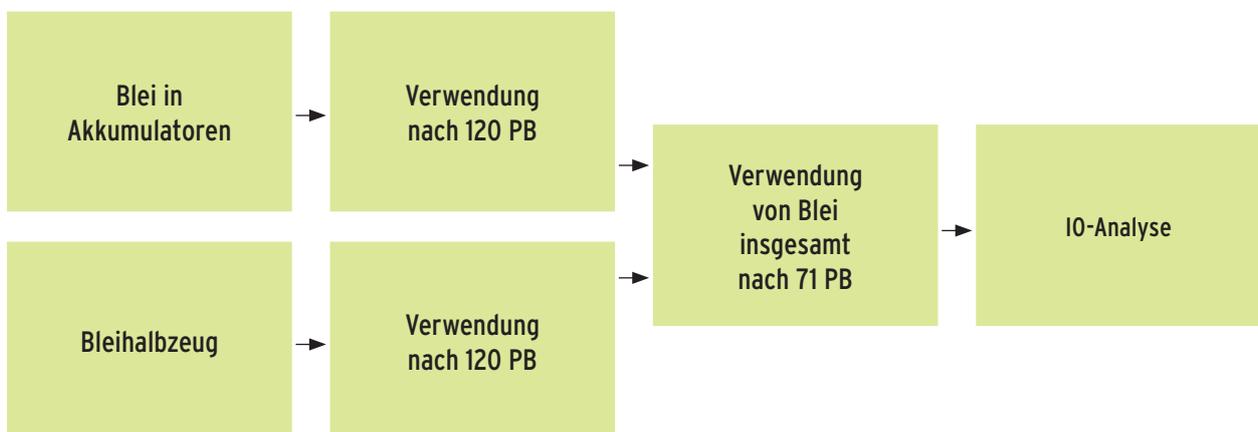


Schaubild 3.4b: Materialstromtabellen - 2. Teil (Beispiel: Blei, schematisch)



Die Materialstromtabellen (1. Teil) werden sowohl in tatsächlichen als auch in RÄ-Tonnen erstellt. Die Koeffizienten für die Umrechnung von tatsächlichen in RÄ-Tonnen umfassen, wie oben bereits erläutert, Angaben über den gesamten Rohstoffeinsatz bei der Herstellung bestimmter Güter und stammen für

ausgewählte importierte Güter aus dem externen Projekt (IFEU, Importkoeffizienten, siehe Kapitel 4.1), für Angaben für die inländische Produktion aus den Materialstromtabellen in tatsächlichen Tonnen (siehe Schaubild 3.5 und Tabelle 3.1 – Materialstromtabellen für Blei).

Schaubild 3.5: Materialstromtabellen für Bleierz - 1.Teil, 2005, in 1.000 Tonnen

Erze/Konzentrate						
Importe	+	Produktion	-	Exporte	=	Verbleib
204		0		0		204
1.168		0		1		1.167

Abfälle + Schrott						
Importe	+	Produktion	-	Exporte	=	Verbleib
38		188		3		223
299		0		0		299

Blei primär						
Importe	+	Produktion	-	Exporte	=	Verbleib
143		119		141		121
1.131		1.168		1.341		958

Blei sekundär						
Importe	+	Produktion	-	Exporte	=	Verbleib
0		223		0		223
0		299		0		299

Blei insgesamt						
Importe	+	Produktion	-	Exporte	=	Verbleib
						344
						1.256

Blei Akkumulatoren						
Importe	+	Produktion	-	Exporte	=	Verbleib
165		250		252		163
1.305		912		930		1.287

Blei Halbzeug						
Importe	+	Produktion	-	Exporte	=	Verbleib
5		94		35		64
42		344		128		258

in tatsächlichen Tonnen	
in RÄ-Tonnen	

Erläuterungen zu den markierten Stellen (Schaubild 3.5):

1. Im Jahr 2005 wurden 204 Tsd. Tonnen Bleierz-konzentrat importiert. Mit Hilfe der Importkoeffizienten für Bleierzkonzentrate (5,73) wurden diese Tonnen in Bleierzäquivalente umgerechnet ($204 \cdot 5,73 = 1.168$ Tsd. Tonnen).
2. In Deutschland wurden 119 Tsd. Tonnen Primärblei produziert. Der Rohstoffinhalt der Primärbleiproduktion kann nur aus den Bleierzen stammen, die in Deutschland zur Verfügung standen (d.h. 1.168 Tsd. Bleierz-Tonnen).

3. Um Doppelzählungen zu vermeiden, wird unterstellt, dass die inländischen Bleiabfälle und -schrotte keine Bleierz-Äquivalente enthalten. Der Rohstoffeinsatz wurde in einer früheren Periode bereits erfasst.

Die Information über die Verwendung der Halbwaren (bzw. Rohstoffen) basiert grundsätzlich auf den Angaben der Gütermatrizen (bzw. aus den Primärmaterialberechnungen der UGR), erweitert um Zusatzdaten von Verbänden, Instituten usw. (z.B. Wirtschaftsvereinigung Metalle, BGR).

Der zweite Teil der Materialstromtabellen wird nur in RÄ-Tonnen zusammengestellt (siehe Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1: Materialstromtabellen für Bleierz – 2.Teil, Verwendung von Blei nach ausgewählten Produktionsbereichen¹², Jahr 2005, in 1.000 RÄ-Tonnen

GP	Produktionsbereich	Verwendung von Blei in Akkumulatoren	Verwendung von Bleihalbzeugen	Verwendung von Blei insgesamt
01	Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd	27,7	0,0	27,7
24 (ohne 24.4)	Chemische Erzeugnisse (ohne pharmazeutische Erzeugnisse)	0,0	34,9	34,9
29	Maschinen	64,5	14,0	78,5
31	Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u. Ä.	306,6	34,9	341,5
32	Nachrtechn., Rundf.- und Fernsehgeräte, elektron. Bauelemente	0,0	34,9	34,9
34	Kraftwagen und Kraftwagenteile	615,5	34,9	650,4
35	Sonstige Fahrzeuge (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u. a.)	96,8	0,0	96,8
45.1-45.2	Vorb. Baustellenarbeiten, Hoch- und Tiefbauarbeiten	13,8	48,9	62,8
50	Handelsleist. mit Kfz; Rep. an Kfz; Tankleistungen	110,6	0,0	110,6
60.2-60.3	Sonst. Landv.leistungen, Transportleistungen in Rohrfernleitungen	25,4	0,0	25,4

Ein anderes Beispiel für die Erstellung von Materialstromtabellen wird für den Rohstoff Holz dargestellt. Aus einem externen Projekt¹³, das sich mit den Wald-

gesamtrechnungen beschäftigt, stehen physische Input-Output-Tabellen für Holz zur Verfügung (siehe Tabelle 3.2).

Tabelle 3.2: Input-Output-Tabellen für Holz

Produkteinheit	Verwendung										Gesamt	Aufkommen										
	Forstwirtschaft	Holzgewerbe	Zellstoffherstellung	Papierherstellung	Druckindustrie	Recycling	Andere	Total	Endverbrauch	Vermögensbildung		Export	Forstwirtschaft	Holzgewerbe	Zellstoffherstellung	Papierherstellung	Druckindustrie	Recycling	Andere	Total	Import	
Stehendes Holz (Mio. t)	39,8							39,8	4,9			44,7	44,7									
Stammholz (Mio. t)		24,0						24,0		3,7		27,7	25,8				0,0		25,8		1,8	
Brennholz (Mio. t)							4,9	4,9	4,9	0,0		9,8	9,6				0,0		9,6		0,2	
Faserholz (Mio. t)			4,0					4,0		0,4		4,4	4,3				0,0		4,3		0,0	
Schnittholz und Holzwerkstoffe (Mio. t)		13,0					8,3	21,3		8,7		30,0	0,0	24,6					24,6		5,3	
Andere Holzprodukte (Mio. t)		0,0					11,1	11,1	0,0	0,0	1,4	12,5	0,0	10,4					10,4		2,2	
Zellstoff (Mio. t)			18,9					18,9		0,9		19,8		15,5					15,5		4,3	
Papier (Mio. t)				9,5	0,0	10,2		19,7	0,0	12,6		32,3		21,7					21,7		10,7	
Holzabfall als Produkt (Mio. t)		16,5	2,8					19,3		2,2		21,5	19,1				1,4		20,5		1,0	
Altpapier als Produkt (Mio. t)			14,4			0,2		14,6		3,4		18,0		1,3	0,0	14,0	0,0		15,3		2,7	

Quelle: Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Institut für Ökonomie

Diese Tabellen wurden benutzt, um Materialstromtabellen in Holzäquivalenten zu berechnen (Schaubild 3.6 und Tabelle 3.3). Die Angaben werden zunächst auf die Daten der amtlichen Statistik angepasst (die von denen des von Thünen-Institut – vTI abweichen) und soweit erforderlich in Trockenholz umgerechnet, um zu gewährleisten, dass die Ergebnisse zu den

UGR-Angaben passen. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass der Altpapier- und Altholzinsatz aus inländischen Quellen auf Null gesetzt wurden, um Doppelzählungen zu vermeiden (der Rohstoffeinsatz wurde in einer früheren Periode – bei der Herstellung des Papiers beispielsweise – bereits erfasst).

¹² Produktionsbereiche mit dem höchsten Bleiverbrauch.

¹³ Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft – Institut für Ökonomie, Statistisches Bundesamt – Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Die Waldgesamtrechnung als Teil einer integrierten ökologischen und ökonomischen Berichterstattung, UGR-Online-Publikation, Hamburg und Wiesbaden, 2006. Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Institut für Ökonomie: Aktualisierung und Fortschreibung der bestehenden Tabellen zur Waldgesamtrechnung, Projekt im Auftrag des Statistischen Bundesamtes, Wiesbaden 2008, unveröffentlicht.

Schaubild 3.6: Materialstromtabellen für Holz - 1. Teil, 2005, in 1.000 Tonnen

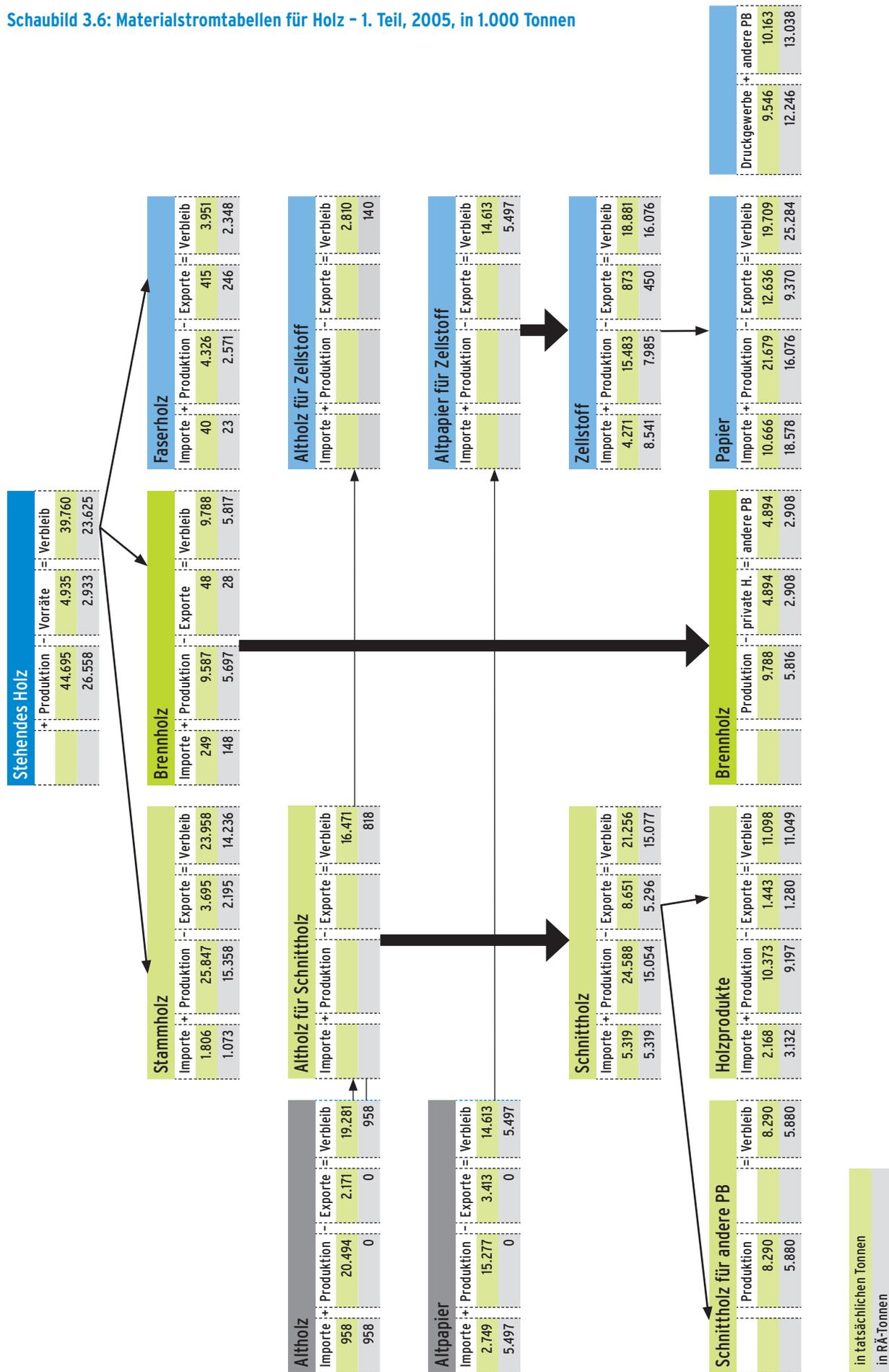


Tabelle 3.3: Materialstromtabellen für Holz – 2.Teil, Verwendung von Holz nach ausgewählten Produktionsbereichen¹⁴, 2005, in 1.000 RÄ-Tonnen

Produktionsbereich	Verwendung von Brennholz	Verwendung von Schnittholz	Verwendung von Holzprodukten	Verwendung von Papier	Verwendung von Holz insgesamt
Nahrungs- und Futtermittel	37,6	3,8	113,6	1.376,1	1.531,1
Holz; Holz-, Kork-, Flechtwaren (ohne Möbel)	1.513,0	0,0	847,3	43,9	2.404,2
Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton und Pappe	544,0	229,1	30,7	574,0	1.377,8
Papier-, Karton- und Pappwaren	19,2	11,5	6,7	3.492,4	3.529,8
Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger	0,1	0,0	4,0	12.247,5	12.251,6
Chemische Erzeugnisse (ohne pharmazeutische Erzeugnisse)	6,0	11,5	275,3	919,1	1.211,9
Keramik, bearbeitete Steine und Erden	547,6	1,3	81,5	83,8	714,2
Metallerzeugnisse	4,7	152,7	217,8	223,5	598,7
Maschinen	4,4	72,5	489,1	383,1	949,1
Kraftwagen und Kraftwagenteile	7,6	128,5	390,2	212,8	739,1
Sonstige Fahrzeuge (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u. a.)	0,0	117,1	387,6	19,3	524,0
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren u. Ä.	111,0	2.444,8	287,3	232,1	3.075,2
Vorb. Baustellenarbeiten, Hoch- und Tiefbauarbeiten	0,0	1.008,0	2.834,5	19,3	3.861,8
Bauinstallations- und sonstige Bauarbeiten	0,0	1.270,1	2.194,4	242,1	3.706,6
Handelsvermittlungs- und Großhandelsleistungen	0,0	0,0	125,6	725,6	851,2
Einzelhandelsleistungen; Reparatur an Gebrauchsgütern	0,0	5,1	112,3	1031,5	1.148,9

Ebenso wie für Metalle und Holz wurden auch für Energieträger detaillierte Materialstromtabellen erarbeitet. Ergänzend wurde speziell für die Einfuhr von Elektrizität eine Sonderrechnung durchgeführt. Für den Stromimport wurde der Energiemix der wichtigsten Partnerländer¹⁵, aus denen Deutschland Strom bezieht, berücksichtigt und in die Berechnung der Rohstoffäquivalente einbezogen. Hier sind also nicht die inländischen, sondern die jeweiligen ausländischen Verhältnisse zugrunde gelegt. Damit erhält beispielsweise bei den Stromimporten aus Frankreich die Atomenergie (Uranerz) ein besonderes Gewicht, Elektrizität aus Tschechien bringt einen bedeutsamen „Rucksack“¹⁶ aus Braunkohle mit. Die Teile des importierten Stroms, die z. B. mit Wasserkraft erzeugt wurden, bleiben damit ohne „Rohstoffrucksack“.

Bei den biotischen und abiotischen Rohstoffen, die nicht den Metallen oder den Energieträgern zuzurechnen sind (z. B. Sande, Kalkstein und Salz), werden vereinfachte Materialstromtabellen erstellt, die die direkte Bilanz der Rohstoffe erfassen – vgl. Schaubild 3.7 am Beispiel Kieselgur.

Importierter Kieselgur (44 Tsd. Tonnen) ist ein teilweise bereits bearbeitetes Produkt, d. h. r wurden die importierten Tonnen auch mit Hilfe der Importkoeffizienten (2,5) in die Kieselgur-Äquivalente umgerechnet ($44 \cdot 2,5 = 109$ Tsd. Tonnen). Der zweite Teil der Materialstromtabellen für Kieselgur zeigt, dass Kieselgur als Rohstoff überwiegend im Produktionsbereich 26.2–26.8 (Keramik, bearbeitete Steine und Erden) verwendet wird.

Insgesamt sind über 50% der importierten RÄ-Tonnen aus den Berechnungen über die Materialstromtabellen abgeleitet. Dies illustriert die große Bedeutung der Materialstromtabellen. Der Rest wird mit Hilfe der Input-Output-Analyse geschätzt (siehe Schritt 3-6).

¹⁴ Produktionsbereiche mit dem höchsten Holzverbrauch.

¹⁵ Eurostat: Energy balance sheets – die Publikation enthält Energiebilanzen der Länder der EU (außerdem für die Kandidatenländer, Island und Norwegen). Die Angaben sind in spezifischen Einheiten, in Tonnen und in Öläquivalenten dargestellt.

¹⁶ Der Begriff „Rucksack“ wird in diesem Bericht ausschließlich für verwertete Rohstoffe (d. h. ohne nicht-verwerteten Rohstoffe, wie Abraum, Bergematerial u. Ä.) verwendet.

Schaubild 3.7: Materialstromtabellen für Kieselgur – 1. Teil, 2005, in 1.000 Tonnen

Rohstoff Insgesamt						
Importe	+	Inl. Entnahme	-	Exporte	=	Verbleib
44		50		9		85
109		50		9		150

Rohstoff Inland						
Importe	+	Inl. Entnahme	-	Exporte	=	Verbleib
0		50		9		41
0		50		9		41

2. SCHRITT: AGGREGATION DER ERGEBNISSE

Für die weiteren Berechnungsschritte werden die Produktionsbereiche von 120, wie sie in der Gütermatrix vorliegen, auf 71 Positionen zusammengefasst, da man in der Input-Output-Analyse (IOA) nur auf dieser Aggregationsebene weiterarbeiten kann. Input-Output-Tabellen liegen nur in einer 71 Produktionsbereiche umfassenden Gliederung vor. Zur Zusammenfassung der Produktionsbereiche siehe „Exkurs 2: Klassifikationen“ im Anhang 5 zu diesem Bericht.

Die Leontief-Inverse berechnet in einem mathematischen Verfahren den kumulierten Input-Aufwand für die Herstellung der Güter (siehe auch Exkurs Input-Output-Analyse im Anhang). Unter kumuliertem Aufwand versteht man den direkten und indirekten Rohstoffeinsatz zusammen. Nach internen Diskussionen und Proberechnungen wurde an dieser Stelle die Methode der Input-Koeffizienten¹⁸ (bzw. technisch-wirtschaftliche Koeffizienten) gewählt. Dieses Modell liefert identische Ergebnisse wie die Methode der Output-Koeffizienten¹⁹, ist aber in der Fachliteratur²⁰ bekannter und in der Praxis weiter verbreitet.

3. SCHRITT: BERECHNUNG DER INLÄNDISCHEN ROHSTOFFINTENSITÄTEN MIT HILFE DER INPUT-OUTPUT-TABELLEN

Im nächsten Schritt wird mit Hilfe der Input-Output-Analyse – Leontief Verfahren – der Rohstoffaufwand für die Produktion der inländischen Endnachfrage¹⁷ festgestellt, um die Ergebnisse anschließend für die Berechnung derjenigen Importgüter zu verwenden, deren RÄ nicht über die Materialstromtabellen (Koeffizientenansatz, siehe Schritt 1) berechnet wurden.

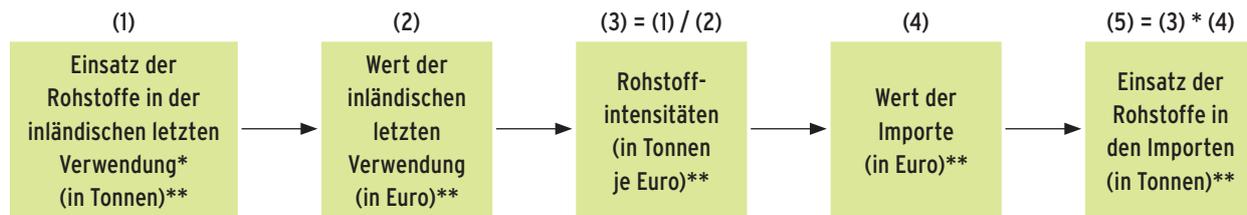
17 Letzte Verwendung (Konsum, Investitionen, Export) der in Deutschland produzierten Waren und Dienstleistungen.

18 Die Input-Koeffizienten-Methode berechnet die Leontief-Inverse aus der Matrix der technisch-wirtschaftlichen Koeffizienten (Input-Koeffizienten), die die Anteile der jeweiligen Inputgüter an dem Gesamtoutput des Produktionsbereiches beschreiben.

19 Die Output-Koeffizienten-Methode berechnet die Leontief-Inverse aus der Matrix der Verteilungskoeffizienten (Output-Koeffizienten), die den Verbrauch des Gutes im jeweiligen Produktionsbereich in Relation zu der gesamten Produktion des Gutes zeigen.

20 Vgl. u. a. Zwer, Reiner: Internationale Wirtschafts- und Sozialstatistik, 2. aktualisierte u. erw. Auflage, München, Wien, Oldenburg, 1986.

Schaubild 3.8: Berechnung und Verwendung der Rohstoffintensitäten



* Als Ergebnisse der IOA.

** Angaben differenziert nach Gütern und Gütergruppen.

Für die Zuordnung der eingesetzten Produkte zur letzten Verwendung wird folgende Gleichung verwendet:

$$X = (I - A)^{-1} * \text{diag}(Y),$$

mit:

X – Matrix der eingesetzten Produkte nach Produktionsbereichen;

I – Einheitsmatrix;

A – Matrix der technisch-wirtschaftlichen Koeffizienten (aus der totalen Input-Output-Tabelle²¹) und

diag(Y) – Vektor der inländischen Endnachfrage auf der Hauptdiagonalen.

Matrix A wird als:

$$A = IOT * \text{diag}(O)^{-1}, \quad (1)$$

mit:

IOT – Matrix der Vorleistungen aus der totalen Input-Output-Tabelle und

O – Vektor der Outputs nach Produktionsbereichen auf der Hauptdiagonalen.

$(I - A)^{-1}$ wird Leontief-Inverse genannt und liefert die kumulierten Primärmaterialkoeffizienten der einzelnen Produktionsprozesse.

Der kumulierte Einsatz des Rohstoffes (in Tonnen) wird durch Multiplikation der Felder der Matrix X (in Euro) mit den direkten Rohstoffintensitäten (in Tonnen/Euro) ermittelt. Die direkten Rohstoffintensitäten stellen den direkten Rohstoffeinsatz (in Tonnen) in einem Produktionsbereich im Verhältnis zu seinem Output (in Euro) dar.

Der so berechnete kumulierte Rohstoffeinsatz (in Tonnen) ergibt in Relation zur inländischen Endnachfrage (in Euro) die Rohstoffintensitäten (Tonnen je Euro).

Die Rohstoffintensität wird anschließend mit den Angaben zu den Importen (in Euro) verknüpft und ergibt somit eine erste Schätzung des Rohstoffeinsatzes für die eingeführten Güter (Waren und Dienstleistungen). Schaubild 3.8 zeigt schematisch die einzelnen Berechnungsschritte. Die Ergebnisse dieser Berechnungsschritte am Beispiel von Kalkstein sind Tabelle 3.4 zu entnehmen.

21 Totale Input-Output-Tabelle = inländische IOT + Importmatrix.

Tabelle 3.4: Berechnung und Verwendung der inländischen Kalksteinintensitäten 2005

Produktionsbereiche	Kalkstein in der inländischen letzten Verwendung	Inländische letzte Verwendung	Intensität	Importe	Kalkstein in Importen
	(1)	(2)	(3) = (1) / (2)	(4)	(5) = (3) * (4)
	in 1.000 t	in Mill. Euro	1.000 t/Mill. Euro	in Mill. Euro	in 1.000 t
Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd	1 544	15 019	0,10	17 826	1 833
Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und DL	568	998	0,57	504	287
Fische und Fischereierzeugnisse	3	320	0,01	511	5
Kohle und Torf	24	512	0,05	2 283	107
Erdöl, Erdgas, DL für Erdöl-, Erdgasgewinnung	24	1 687	0,01	50 611	713
Uran- und Thoriumerze	0	0	0,00	0	0
Erze	0	0	0,00	3 790	0
Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	73	1 170	0,06	1 735	108
Nahrungs- und Futtermittel	3 044	86 661	0,04	30 047	1 055
Getränke	169	13 348	0,01	4 571	58
Tabakerzeugnisse	57	3 745	0,02	887	13
Textilien	405	9 456	0,04	13 381	573
Bekleidung	157	8 409	0,02	17 411	325
Leder und Lederwaren	36	2 306	0,02	6 882	107
Holz; Holz-, Kork-, Flechtwaren (ohne Möbel)	552	7 919	0,07	4 941	344
Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton und Pappe	264	9 071	0,03	10 500	306
Papier-, Karton- und Pappwaren	87	6 325	0,01	4 313	59
Verlagserzeugnisse	64	20 018	0,00	5 093	16
Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger	43	5 173	0,01	1 168	10
Kokereierzeugnisse, Mineralölerzeugnisse, Spalt- und Brutstoffe	481	31 694	0,02	27 191	413
Pharmazeutische Erzeugnisse	405	22 529	0,02	27 110	487
Chemische Erzeugnisse (ohne pharmazeutische Erzeugnisse)	2 276	65 575	0,03	47 905	1 663
Gummiwaren	123	6 634	0,02	7 271	134
Kunststoffwaren	290	19 736	0,01	11 607	171
Glas und Glaswaren	373	3 964	0,09	3 200	301
Keramik, bearbeitete Steine und Erden	12 652	7 076	1,79	4 152	7 424
Roheisen, Stahl, Rohre und Halbzeug daraus	7 860	23 175	0,34	21 550	7 309
NE-Metalle und Halbzeug daraus	392	15 903	0,02	21 152	521
Gießereierzeugnisse	648	4 727	0,14	3 588	492
Metallerzeugnisse	2 692	37 167	0,07	17 723	1 284
Maschinen	4 174	140 496	0,03	47 187	1 402
Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen	87	9 471	0,01	31 762	292
Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u. Ä.	1 032	37 656	0,03	27 908	765
Nachrtechn., Rundf.- und Fernsehgeräte, elektron. Bauelemente	471	27 562	0,02	42 547	727
Medizin-, mess-, regelungstechn., optische Erzeugnisse; Uhren	404	37 552	0,01	18 517	199
Kraftwagen und Kraftwagenteile	6 721	186 455	0,04	68 602	2 473
Sonstige Fahrzeuge (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u. a.)	933	24 145	0,04	29 707	1 148
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren u. Ä.	634	26 865	0,02	16 260	384
Sekundärrohstoffe	0	0	0,00	0	0
Elektrizität, Fernwärme, DL der Elektrizitäts- u. Fernwärmeversorgung	364	28 236	0,01	6 644	86
Gase, DL der Gasversorgung	0	5 571	0,00	0	0
Wasser und DL der Wasserversorgung	0	4 599	0,00	0	0
Vorb. Baustellenarbeiten, Hoch- und Tiefbauarbeiten	21 642	79 042	0,27	675	185
Bauinstallations- und sonstige Bauarbeiten	4 456	71 284	0,06	2 087	130

Tabelle 3.4: Berechnung und Verwendung der inländischen Kalksteinintensitäten 2005 (Fortsetzung)

Produktionsbereiche	Kalkstein in der inländischen letzten Verwendung	Inländische letzte Verwendung	Intensität	Importe	Kalkstein in Importen
	(1)	(2)	(3) = (1) / (2)	(4)	(5) = (3) * (4)
	in 1.000 t	in Mill. Euro	1.000 t/Mill. Euro	in Mill. Euro	in 1.000 t
Einzelhandelsleistungen; Reparatur an Gebrauchsgütern	485	142 679	0,00	80	0
Beherbergungs- und Gaststätten-DL	527	62 286	0,01	7 046	60
Eisenbahn-DL	92	9 656	0,01	1 379	13
Sonst. Landv.leistungen, Transportleistungen in Rohrfernleitungen	90	15 333	0,01	8 753	51
Schiffahrtsleistungen	57	15 074	0,00	2 370	9
Luftfahrtleistungen	128	12 845	0,01	3 847	38
DL bezüglich Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr	82	16 940	0,00	8 094	39
Nachrichtenübermittlungs-DL	129	35 520	0,00	5 969	22
DL der Kreditinstitute	51	41 116	0,00	3 374	4
DL der Versicherungen (ohne Sozialversicherung)	91	42 913	0,00	3 935	8
DL des Kredit- und Versicherungshilfsgewerbes	2	1 857	0,00	5 884	6
DL des Grundstücks- und Wohnungswesens	1 568	225 832	0,01	6 669	46
DL der Vermietung beweglicher Sachen (ohne Personal)	0	3 714	0,00	0	0
DL der Datenverarbeitung und von Datenbanken	38	28 552	0,00	6 891	9
Forschungs- und Entwicklungsleistungen	54	16 262	0,00	4 660	15
Unternehmensbezogene DL	76	41 632	0,00	13 766	25
DL der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung	923	138 864	0,01	953	6
DL der Sozialversicherung	0	24 070	0,00	0	0
Erziehungs- und Unterrichts-DL	0	97 672	0,00	0	0
DL des Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesens	0	201 858	0,00	0	0
Abwasser-, Abfallbeseitigungs- u. sonst. Entsorgungsleistungen	101	13 232	0,01	253	2
DL von Interessenvertretungen, Kirchen u. Ä.	0	13 747	0,00	0	0
Kultur-, Sport- und Unterhaltungs-DL	99	40 933	0,00	4 363	11
Sonstige DL	203	24 038	0,01	486	4
DL privater Haushalte	0	6 760	0,00	0	0
Summe	81 020	2 382 636		749 571	34 286

Das Resultat entspricht nicht dem tatsächlichen Rohstoffeinsatz im Ausland, sondern kann interpretiert werden als durch den Import eingesparter Rohstoffeinsatz im Inland. Die Benutzung der auf Basis der inländischen Verhältnisse berechneten Intensitäten unterstellt, dass diese Rohstoffintensitäten (ausgedrückt in Tonnen je Euro) für die inländischen und die importierten Güter identisch sind, d. h. dass die Preise sowohl für inländische als auch für importierte Produkte identisch sind. Diese Annahme

entspricht nicht der Realität, jedoch bietet sich auf gesamtwirtschaftlicher Ebene keine andere Lösung an. Weiterhin wird dadurch unterstellt, dass die ausländischen Produktionsprozesse identisch zu den inländischen sind. Da es sich jedoch jeweils um eine Durchschnittsbetrachtung des Produktionsbereichs handelt, würden sich die Veränderungen der Produktionsprozesse bei einzelnen Produkten in der Regel nur geringfügig auswirken.

4. SCHRITT: BERECHNUNG DER INLÄNDISCHEN ROHSTOFFINTENSITÄTEN MIT HILFE DER GÜTERMATRIZEN

In den folgenden Schritten 4 bis 6 wird ein stärker disaggregiertes Berechnungsverfahren angewendet, um auf dieser detaillierteren Ebene die vom IFEU ermittelten Importkoeffizienten anknüpfen zu können (Schritt 6). Dadurch ist es möglich, die Besonderheiten der ausländischen Produktionsverhältnisse punktuell dort besser abzubilden, wo keine entsprechenden deutschen Produktionsverhältnisse existieren.

Wie dargestellt wird in Schritt 3 die Güterstruktur der deutschen Produktion innerhalb der Produktionsbereiche durch Verwendung identischer Rohstoffintensitäten auf die Importe übertragen. Wenn beispielsweise im Produktionsbereich „Landwirtschaft und Jagd“ im Inland überwiegend Äpfel und Birnen produziert würden und Aprikosen nur eine geringere Rolle spielen, würde die aggregierte Intensität aus Äpfeln und Birnen (und einem kleinen Anteil Aprikosen) auf alle importierten landwirtschaftlichen Produkte übertragen werden, obwohl unter Umständen mehr Aprikosen als Äpfel und Birnen eingeführt werden. Aus diesem Grund ist es nötig, dass die Berechnungen so detailliert wie möglich durchgeführt werden und damit die Voraussetzungen für die Einbeziehung der speziellen Importkoeffizienten (ermittelt im externen Projekt des IFEU) geschaffen werden (siehe Schritt 6).

Diese Disaggregation erfolgt mit Hilfe der Gütermatrizen – speziellen Verwendungstabellen, die die Verwendungsstrukturen der Güter in der Volkswirtschaft sehr detailliert gegliedert darstellen. Auf diese erweiterten Tabellen wird das Leontief-Verfahren angewendet²².

Wie bereits erwähnt, sind Gütermatrizen spezielle, nicht quadratische, Verwendungstabellen, die die Verwendungsstrukturen der Güter detaillierter als Input-Output-Tabellen darstellen (rund 3.000 Güter und 120 Produktionsbereiche), d. h. die klassische Leontief-Inverse muss modifiziert werden. Die Matrix A der technisch-wirtschaftlichen Koeffizienten wird in diesem Fall wie folgt dargestellt:

$$A = U * \text{diag}(O)^{-1} * S * \text{diag}(O)^{-1}, \quad (2)$$

mit:

U – Verwendungsteil (Vorleistungen) der Gütermatrix,

S – Aufkommensteil (Outputs) der Gütermatrix und

diag(O) – Vektor des Outputs auf der Diagonalen.

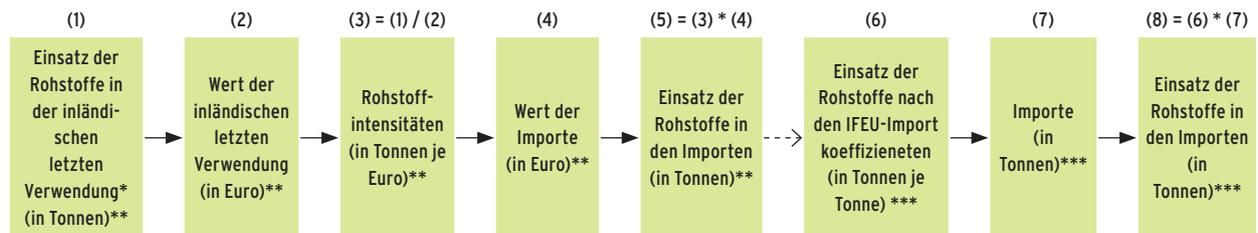
Als Ergebnis erhält man Importe in Rohstoffäquivalenten auf deutlich tiefer gegliederter Ebene (120 Produktionsbereiche).

5. SCHRITT: ERGEBNISANPASSUNG IOT – GÜTERMATRIX

Der Vorteil bei der Nutzung von Gütermatrizen liegt in der Detaillierungstiefe ihrer Ergebnisse. Gütermatrizen werden jedoch in der amtlichen Statistik nur als Basisinformation bzw. Hilfstool für die Erstellung der Input-Output-Tabellen genutzt und sind insoweit weniger belastbar als Input-Output-Tabellen. Aus diesem Grund werden die Ergebnisse der Input-Output-Analyse (3. Schritt) als Rahmen für den Abgleich der Ergebnisse aus Schritt 4 gesetzt, auf dessen Basis die weiteren Berechnungen stattfinden. D.h., die Rohstoffintensitäten auf Ebene der 71 PB entsprechen den Ergebnissen der Input-Output-Analyse. Die Gütermatrix-Informationen wurden verwendet, um die Intensitäten innerhalb der 71 PB zu differenzieren.

22 Z. B. Andrea Stocker: „Ökonomisches Subsystem“ (Workshop „Ökoeffizient und Nachhaltigkeit“, SERI, Dezember 2004); Šárka Buyny: „Berechnung direkter und indirekter Materialflüsse“, Projektbericht, Statistisches Bundesamt, August 2005.

Schaubild 3.9: Berechnung der Intensitäten und Integration der Importkoeffizienten



* Als Ergebnisse der Gütermatrix-Analyse

** Angaben differenziert nach Gütern und Gütergruppen.

*** Für ausgewählte Güter

6. SCHRITT: INTEGRATION DER IMPORTKOEFFIZIENTEN

Bei der Berechnung der Rohstoffäquivalente in der einfachen Variante (Schritt 3) wird – wie erwähnt – unterstellt, dass die ausländischen Produktionsprozesse identische Bedingungen wie die deutschen haben. Auch dies kann nur für einen Teil der Produkte aus bestimmten Ländern angenommen werden. Beispielsweise kann man davon ausgehen, dass eine Tasse in verschiedenen Ländern Europas überwiegend unter identischen Bedingungen hergestellt wird. Für andere Produkte wie z. B. Bananen oder Reis fehlen in der deutschen Wirtschaft vergleichbare Prozesse oder es herrschen in Deutschland andere wirtschaftliche Bedingungen, wie z. B. bei der Stahlherstellung.

Für diese Güter ist d. h. r eine Korrektur mit Hilfe der vom IFEU erstellten Importkoeffizienten erforderlich. Das IFEU hat im externen Projekt (siehe Kapitel 4.1) Importkoeffizienten für 51 biotische und 77 abiotische Güter geliefert (siehe Tabelle A 2.1), die mit Hilfe der Prozesskettenanalyse den Rohstoffaufwand für die Herstellung des eingeführten Gutes im Ursprungsland darstellen. Die Liste der gelieferten Koeffizienten befindet sich im Anhang 2 dieses Berichtes. Die Auswahl der Güter, für die Importkoeffizienten ermittelt wurden, basiert auf der WA-Klassifikation²³ der Außenhandelsstatistik, die ca. 14.000 Positionen umfasst. Nur auf dieser Ebene ist die Anwendung der Prozesskettenanalyse möglich. Sie erlaubt es, einen Herstellungsprozess z. B. für Bananen zu simulieren. Für Produktgruppen wie z. B. Obst insgesamt kann diese Methode keine Informationen liefern.

23 Statistisches Bundesamt: Warenverzeichnis für die Außenhandelsstatistik, jeweils letzte verfügbare Ausgabe.

Die Importkoeffizienten werden mit den Importdaten in Tonnen für die ausgewählten Güter – basierend auf der WA-Klassifikation – verknüpft und in die Berechnung integriert, d.h. die Daten wurden auf Ebene der 3.000 Güter für ausgewählte Positionen „ausgetauscht“. (siehe Schaubild 3.9). Als Ergebnis erhält man wiederum den indirekten Einsatz von Rohstoffen in den Importen – korrigiert im Hinblick

auf die Rohstoffeinsätze der ausgewählten Güter. Berechnet man die indirekten Materialimporte auf Grundlage der inländischen Verhältnisse, so ergibt sich beispielsweise beim Import von Rohreis kein indirekter Import von Kalkstein. Bezieht man jedoch die IFEU-Daten ein, enthalten die im Jahr 2004 ca. 8.000 Tonnen nach Deutschland importierter Rohreis indirekt ca. 25 Tonnen Kalkstein²⁴ (siehe Tabelle 3.5).

Tabelle 3.5: Indirekte Kalksteinimporte im Rohreis bei alternativen Berechnungsverfahren

	Einsatz des Kalksteins in der inländischen letzten Verwendung (in Tonnen)	Wert der inländischen letzten Verwendung (in Euro)	Kalksteinintensitäten (in Tonnen je Euro)	Wert der Importe (in Mill. Euro)	Einsatz des Kalksteins in den Importen (in Tonnen)	Einsatz des Kalksteins nach den IFEU-Importkoeffizienten (in Tonnen je Tonne)	Importe (in Tonnen)	Einsatz des Kalksteins in den Importen (in Tonnen)
	(1)	(2)	(3) = (1) / (2)	(4)	(5) = (3) * (4)	(6)	(7)	(8) = (6) * (7)
Rohreis	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,003	8.387	25,2

7. SCHRITT: AGGREGATION DER ERGEBNISSE

Die Ergebnisse aus Schritt 6 werden wieder auf die 71 Produktionsbereiche der IOT aggregiert.

8. SCHRITT: ERGÄNZUNG DER ERGEBNISSE

Die Ergebnisse aus der Input-Output-Analyse (Schritt 3) werden noch an zwei Stellen korrigiert. Zum einen müssen die direkten Importe des jeweiligen Rohstoffes hinzuaddiert werden, da diese nicht in den Intensitätsberechnungen enthalten sind. Zum anderen werden die indirekt im Zusammenhang mit der Einfuhr von Dienstleistungen eingesetzten Rohstoffe berechnet und ergänzt (aus Schritt 3). Beispielsweise wurden im Jahr 2005 insgesamt (direkt und indirekt) 64,3 Mill. Tonnen Holz importiert. Davon wurden 1,0 Mill. Tonnen Holz indirekt über importierte Dienstleistungen nach Deutschland eingeführt.

9. SCHRITT: ROHSTOFFE AUS DER INLÄNDISCHEN ENTNAHME ZUR BERECHNUNG DES DMI IN ROHSTOFFÄQUIVALENTEN

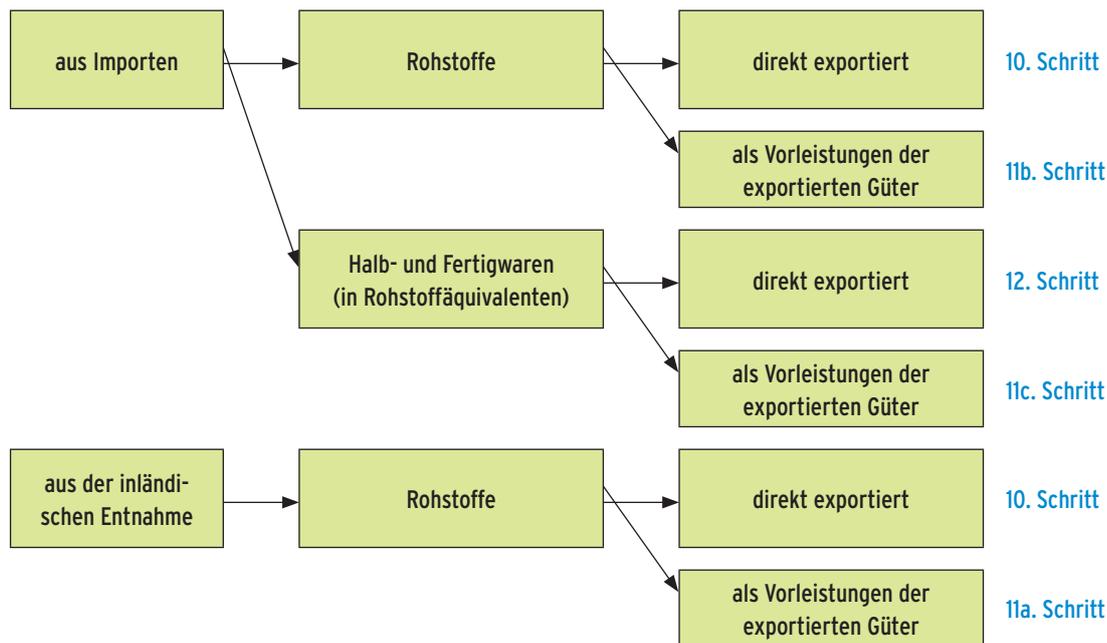
Der DMI in Rohstoffäquivalenten (direkter Materialeinsatz in der deutschen Wirtschaft) umfasst neben den gesamten Importen in Rohstoffäquivalenten auch die biotische und abiotische Entnahme von Material im Inland²⁵. Die Angaben hierzu werden aus dem Materialkonto²⁶ der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen zu den ermittelten Daten ergänzt.

24 Kalkstein ist beim Anbau von Reis in zweierlei Hinsicht von Bedeutung. Zum einen wird Kalkstein in Form von Calciumcarbonat als mineralisches Düngemittel verwendet, zum anderen wird fein gemahlener Kalkstein gegen die Versauerung von Böden und Gewässer benutzt.

25 Die inländische Entnahme wurde bislang nur als Hilfsinformation genutzt, um die Importe in Rohstoffäquivalenten zu ermitteln.

26 Das Materialkonto ist eine Gesamtdarstellung aller Materialflüsse, die die Grenze zwischen dem wirtschaftlichen System und der Umwelt überschreiten, und zwar sowohl auf der Entnahme- als auch auf der Abgabeseite. Auf der Entnahmeseite werden die inländische Entnahmen sowie die Importe zum DMI zusammengefasst. Zu Einzelheiten siehe Lauber, Ursula: Gesamtwirtschaftlicher Rohstoffeinsatz im Rahmen der Materialflussrechnungen, in: Wirtschaft und Statistik, 3/2005.

Schaubild 3.10: Rohstoffeinsatz in den Exporten



3.1.2 EXPORTE UND INLÄNDISCHER MATERIALVERBRAUCH (DOMESTIC MATERIAL CONSUMPTION - DMC) IN ROHSTOFFÄQUIVALENTEN

Um die Exporte in Rohstoffäquivalenten schätzen zu können, ist es notwendig alle Rohstoffströme einzubeziehen. Neben den im Inland entnommenen Rohstoffen, die direkt exportiert werden, sind die in den exportierten Halb- und Fertigwaren indirekt enthaltenen Rohstoffe zu ermitteln. Die Vorleistungen für diese Güter können wiederum in Form von Rohstoffen oder Halb- und Fertigwaren bzw. in Dienstleistungen importiert worden sein oder aus dem Inland stammen. Schaubild 3.10 zeigt alle Arten von Rohstoffflüssen, die in den Exporten enthalten sind, und verdeutlicht den Zusammenhang zu den nachfolgend beschriebenen Berechnungsschritten. Die eingesetzten Rohstoffe in der inländischen Produktion von Halb- und Fertigwaren wurden schon durch importierte Rohstoffe, importierte Halb- und Fertigwaren in Rohstoffäquivalenten und der inländischen Entnahme von Rohstoffen berücksichtigt.

10. SCHRITT: ERMITTLUNG DER DIREKTEN ROHSTOFFEXPORTE

Die direkten Rohstoffexporte werden auf Basis von Außenhandelstatistik, Verbandsstatistiken (z. B. WVM-Wirtschaftsvereinigung Metalle) und Datenmaterial diverser Institute (z. B. BGR-Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) ermittelt. Dabei werden bestimmte Annahmen hinsichtlich des Ursprungs der direkten Rohstoffexporte (aus dem Import oder aus der inländischen Entnahme) getroffen, wobei unter anderem Informationen aus der Gütermatrix verwendet werden.

11. SCHRITT UND 12. SCHRITT: BERECHNUNG INDIREKTER ROHSTOFFEXPORTE

Für die Berechnung der Exportgüter (Halb- und Fertigwaren) in Rohstoffäquivalenten sind je nach Ursprung der Rohstoffinhalte zu unterscheiden:

- Die Rohstoffe aus der inländischen Entnahme, die als Vorleistungen zur Herstellung der Exportgüter verwendet wurden (Schritt 11a).

- Die importierten Rohstoffe, die als Vorleistungen zur Herstellung der Exportgüter verwendet wurden (Schritt 11b).
- Die importierten Halb- und Fertigwaren in Rohstoffäquivalenten, die als Vorleistungen zur Herstellung der Exportgüter verwendet wurden (Schritt 11c).
- Die importierten Halb- und Fertigwaren in Rohstoffäquivalenten, die direkt exportiert wurden (Schritt 12).

Für die Schritte 11a, 11b und 11c wird ein weiteres Mal das Leontief-Verfahren (Output-Koeffizienten-Methode) benutzt. Dieses Mal werden mit Hilfe der Input-Output-Analyse die Rohstoffe den Produkten der Endnachfrage zugeordnet, bei deren Herstellung die Rohstoffe verwendet wurden.

Das Ergebnis folgt aus der Gleichung:

$$RY = (I - B)^{-1} * \text{diag}(y) * \text{diag}(R), \quad (3)$$

mit:

RY – Rohstoffe in der Endnachfrage,

B – Matrix der Output- bzw. Verteilungskoeffizienten (aus der inländischen Input-Output-Tabelle)²⁷,

$\text{diag}(y)$ – Vektor der Verteilungskoeffizienten für die letzte Verwendung auf der Diagonalen und

$\text{diag}(R)$ – Vektor der eingesetzten Rohstoffe auf der Diagonalen.

Berechnungsmethoden:

zu 11a): Spezifikation der Gleichung (3):

$$RY_D = (I - B)^{-1} * \text{diag}(y) * \text{diag}(R_D), \quad (4)$$

mit:

RY_D – Rohstoffe aus der inländischen Entnahme in den Endprodukten und

$\text{diag}(R_D)$ – Vektor der Rohstoffe aus der inländischen Entnahme.

zu 11b): Spezifikation der Gleichung (3):

$$RY_I = (I - B)^{-1} * \text{diag}(y) * \text{diag}(R_I), \quad (5)$$

mit:

RY_I – importierte Rohstoffe in den Endprodukten und

$\text{diag}(R_I)$ – Vektor der importierten Rohstoffe.

Im Falle der Metalle und Energieträger wird Gleichung (5) nicht nur für die Rohstoffe selbst angewandt, sondern auch für alle importierten Produkte in Rohstoffäquivalenten aus der Produktionskette bis hin zu Halbzeugen (siehe Beispiel Bleierz, Schaubild 3.4).

zu 11c): Spezifikation der Gleichung (3):

$$RY_{\text{thfw}} = (I - B)^{-1} * \text{diag}(y) * \text{diag}(R_{\text{thfw}}), \quad (6)$$

mit:

RY_{thfw} – importierte Halb- und Fertigwaren (in Rohstoffäquivalenten) in den Endprodukten und

$\text{diag}(R_{\text{thfw}})$ – Vektor der importierten Halb- und Fertigwaren (in Rohstoffäquivalenten).

Der Vektor der importierten Halb- und Fertigwaren in Rohstoffäquivalenten wurde bereits im 7. Schritt (Kapitel 3.1.1: Importe in Rohstoffäquivalenten) berechnet.

Aus den Gleichungen (4), (5) und (6) werden die Daten für die gesamte letzte Verwendung²⁸ erstellt. Die Exportanteile beziehen sich auf Angaben aus der Input-Output-Tabelle.

Zu 12: Die importierten Halb- und Fertigwaren in Rohstoffäquivalenten, die direkt exportiert wurden, werden direkt über die Anteile aus der Input-Output-Tabelle abgeleitet.

13. SCHRITT: ZUSAMMENFÜHREN DER ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Berechnungsschritte 10, 11 und 12 werden zusammengefasst und ergeben so den gesamten Export in Rohstoffäquivalenten. Tabelle 3.6 zeigt beispielhaft die Ergebnisse für Kalkstein.

²⁷ Auch Allokationskoeffizienten genannt. Die Koeffizienten eines Produktes geben an, wie sich sein intermediärer Output auf diejenigen Bereiche verteilt, die diesen Teil des Gesamtoutputs verbrauchen.

²⁸ Siehe Fußnote 17.

Tabelle 3.6: Exporte in Kalksteinäquivalenten 2004 in 1.000 Tonnen

Produktionsbereiche	Kalkstein in Exporten			Importierter Kalkstein in Exporten			Kalkstein aus der inländischen Entnahme in Exporten		
	direkt	indirekt	insgesamt	direkt	indirekt	insgesamt	direkt	indirekt	insgesamt
	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t
Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd	0	784	784	0	489	489	0	295	295
Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und DL	0	283	283	0	65	65	0	218	218
Fische und Fischereierzeugnisse	0	9	9	0	8	8	0	1	1
Kohle und Torf	0	9	9	0	5	5	0	4	4
Erdöl, Erdgas, DL für Erdöl-, Erdgasgewinnung	0	7	7	0	6	6	0	1	1
Uran- und Thoriumerze	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erze	0	1	1	0	1	1	0	0	0
Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	167	1643	1810	0	1587	1587	167	56	223
Nahrungs- und Futtermittel	0	1664	1664	0	1222	1222	0	442	442
Getränke	0	50	50	0	37	37	0	13	13
Tabakerzeugnisse	0	27	27	0	25	25	0	2	2
Textilien	0	492	492	0	351	351	0	142	142
Bekleidung	0	155	155	0	143	143	0	12	12
Leder und Lederwaren	0	54	54	0	49	49	0	5	5
Holz; Holz-, Kork-, Flechtwaren (ohne Möbel)	0	410	410	0	175	175	0	235	235
Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton und Pappe	0	634	634	0	481	481	0	153	153
Papier-, Karton- und Pappwaren	0	127	127	0	105	105	0	22	22
Verlagserzeugnisse	0	41	41	0	28	28	0	12	12
Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger	0	33	33	0	25	25	0	8	8
Kokereierzeugnisse, Mineralölerzeugnisse, Spalt- und Brutstoffe	0	209	209	0	177	177	0	33	33
Pharmazeutische Erzeugnisse	0	606	606	0	418	418	0	187	187
Chemische Erzeugnisse (ohne pharmazeutische Erzeugnisse)	0	3 820	3 820	0	2 645	2 645	0	1 175	1 175
Gummiwaren	0	148	148	0	121	121	0	27	27
Kunststoffwaren	0	370	370	0	288	288	0	82	82
Glas und Glaswaren	0	935	935	0	695	695	0	240	240
Keramik, bearbeitete Steine und Erden	0	11 721	11 721	0	3 534	3 534	0	8 188	8 188
Roheisen, Stahl, Rohre und Halbzeug daraus	0	8 193	8 193	0	2 284	2 284	0	5 910	5 910
NE-Metalle und Halbzeug daraus	0	1 285	1 285	0	1 118	1 118	0	168	168
Gießereierzeugnisse	0	987	987	0	491	491	0	496	496
Metallerzeugnisse	0	2 120	2 120	0	1 172	1 172	0	949	949
Maschinen	0	3 586	3 586	0	2 412	2 412	0	1 174	1 174
Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen	0	184	184	0	173	173	0	11	11
Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u. Ä.	0	1 237	1 237	0	886	886	0	351	351
Nachrtechn., Rundf.- und Fernsehgeräte, elektron. Bauelemente	0	675	675	0	564	564	0	111	111
Medizin-, mess-, regelungstechn., optische Erzeugnisse; Uhren	0	436	436	0	336	336	0	101	101
Kraftwagen und Kraftwagenteile	0	5 721	5 721	0	4 253	4 253	0	1 468	1 468
Sonstige Fahrzeuge (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u. a.)	0	1 226	1 226	0	1 008	1 008	0	218	218
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren u. Ä.	0	474	474	0	400	400	0	75	75
Sekundärrohstoffe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elektrizität, Fernwärme, DL der Elektrizitäts- u. Fernwärmeversorgung	0	96	96	0	55	55	0	41	41
Gase, DL der Gasversorgung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wasser und DL der Wasserversorgung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vorb. Baustellenarbeiten, Hoch- und Tiefbauarbeiten	0	22	22	0	7	7	0	15	15
Bauinstallations- und sonstige Bauarbeiten	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handelsleist. mit Kfz; Rep. an Kfz; Tankleistungen	0	28	28	0	19	19	0	9	9
Handelsvermittlungs- und Großhandelsleistungen	0	129	129	0	74	74	0	55	55

Tabelle 3.6: Exporte in Kalksteinäquivalenten 2004 in 1.000 Tonnen (Fortsetzung)

Produktionsbereiche	Kalkstein in Exporten			Importierter Kalkstein in Exporten			Kalkstein aus der inländischen Entnahme in Exporten		
	direkt	indirekt	insgesamt	direkt	indirekt	insgesamt	direkt	indirekt	insgesamt
	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t
Eisenbahn-DL	0	19	19	0	12	12	0	7	7
Sonst. Landv.leistungen, Transportleistungen in Rohrfernleitungen	0	33	33	0	18	18	0	14	14
Schiffahrtsleistungen	0	62	62	0	51	51	0	11	11
Luftfahrtleistungen	0	72	72	0	62	62	0	10	10
DL bezüglich Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr	0	42	42	0	22	22	0	19	19
Nachrichtenübermittlungs-DL	0	12	12	0	7	7	0	5	5
DL der Kreditinstitute	0	7	7	0	4	4	0	3	3
DL der Versicherungen (ohne Sozialversicherung)	0	3	3	0	1	1	0	1	1
DL des Kredit- und Versicherungshilfsgewerbes	0	2	2	0	1	1	0	0	0
DL des Grundstücks- und Wohnungswesens	0	8	8	0	3	3	0	5	5
DL der Vermietung beweglicher Sachen (ohne Personal)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DL der Datenverarbeitung und von Datenbanken	0	14	14	0	9	9	0	5	5
Forschungs- und Entwicklungsleistungen	0	25	25	0	16	16	0	9	9
Unternehmensbezogene DL	0	46	46	0	27	27	0	19	19
DL der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung	0	10	10	0	7	7	0	3	3
DL der Sozialversicherung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erziehungs- und Unterrichts-DL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DL des Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesens	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abwasser-, Abfallbeseitigungs- u. sonst. Entsorgungsleistungen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DL von Interessenvertretungen, Kirchen u. Ä.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kultur-, Sport- und Unterhaltungs-DL	0	5	5	0	3	3	0	2	2
Sonstige DL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DL privater Haushalte	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	167	50 991	51 158	0	28 175	28 175	167	22 818	22 985

14. Schritt: Berechnung des DMC in Rohstoffäquivalenten

Der DMC in Rohstoffäquivalenten (inländischer Materialverbrauch) wird ermittelt als Differenz aus dem DMI in Rohstoffäquivalenten und den Exporten in Rohstoffäquivalenten. Er kann sowohl auf gesamtwirtschaftlicher Ebene als auch auf der Ebene einzelner Gütergruppen oder Rohstoffe berechnet werden.

Anmerkung: Der DMC in Rohstoffäquivalenten (aggregiert über alle Gütergruppen) muss größer (oder theoretisch gleich) 0 sein, da nicht größere Mengen an Rohstoffen exportiert werden können, als zusammen importiert (direkt und auch indirekt) und

entnommen wurden. Für einzelne Gütergruppen könnte sich jedoch ein negativer DMC ergeben, da die eingesetzten Rohstoffe (direkt und indirekt) anderen Gütergruppen als die der ausgeführten Waren zugeordnet sind. Wird beispielweise Sand importiert (Gütergruppe 14) und für die Herstellung einer später exportierten Tasse (Gütergruppe 26) verwendet, könnte die Gütergruppe 26 einen negativen DMC haben.

Abschließend sei hier anhand eines Beispiels verdeutlicht, welchen Einfluss die oben geschilderten Rechenschritte auf das Gesamtergebnis (hier für den DMI) haben (Tabelle 3.7).

Tabelle 3.7: Einfluss der Berechnungsschritte auf das Ergebnis, DMI für Kupfererz, 2005, in 1.000 Tonnen

Produktionsbereiche	DMI alt	DMI in RÄ	DMI in RÄ (IOT)	DMI in RÄ (IOT + MST)	DMI in RÄ (IOT + MST + GM + PKA)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Erzeugnisse der Landwirtschaft und Forstwirtschaft			507	794	794
Bergbau	1.149	103.385	105.756	107.873	105.059
Verarbeitendes Gewerbe			245.274	697.572	730.356
Energie- und Wasserversorgung			291	848	848
Baugewerbe			237	1.008	1.008
Dienstleistungen			840	2.242	2.242
Insgesamt	1.149	103.385	352.905	810.337	840.307

1. Nach der alten Berechnung des DMI-Indikators wurden im Jahr 2005 1.149 Tsd. Tonnen Kupfererz eingeführt. Es handelt sich dabei um Kupfererzkonzentrate.
2. Eine Umrechnung in Kupfererze-Äquivalente mit Hilfe von Importkoeffizienten ergibt einen Import von 103.385 Tsd. Tonnen Kupfererzen.
3. Wenn die in den Importen der Halb- und Fertigwaren enthaltenen Bleierz-Äquivalente auf der Basis einer einfachen Input-Output-Analyse hinzu addiert werden, ergibt sich eine Importmenge von 352.905 Tsd. Tonnen Kupfererz.
4. Mit Hilfe der physischen Materialstromtabellen wird die Verwendung vom Kupfer bis zu Halbzeug aus Kupfer manuell durchgeführt und mit den Ergebnissen der Input-Output-Analyse zu Halbzeug zusammengeführt. Ergebnis: direkte und indirekte Importe von 810.336 Tsd. Tonnen Kupfererz.
5. Die Disaggregation der Berechnungsbasis (Analyse mit Aufkommens- und Verwendungstabellen sowie Prozesskettenanalyse) „vergrößert“ die Kupferimporte auf 840.308 Tsd. Tonnen.

3.2 ENERGIEEINSATZ BEIM TRANSPORT DER IM- UND EXPORTGÜTER

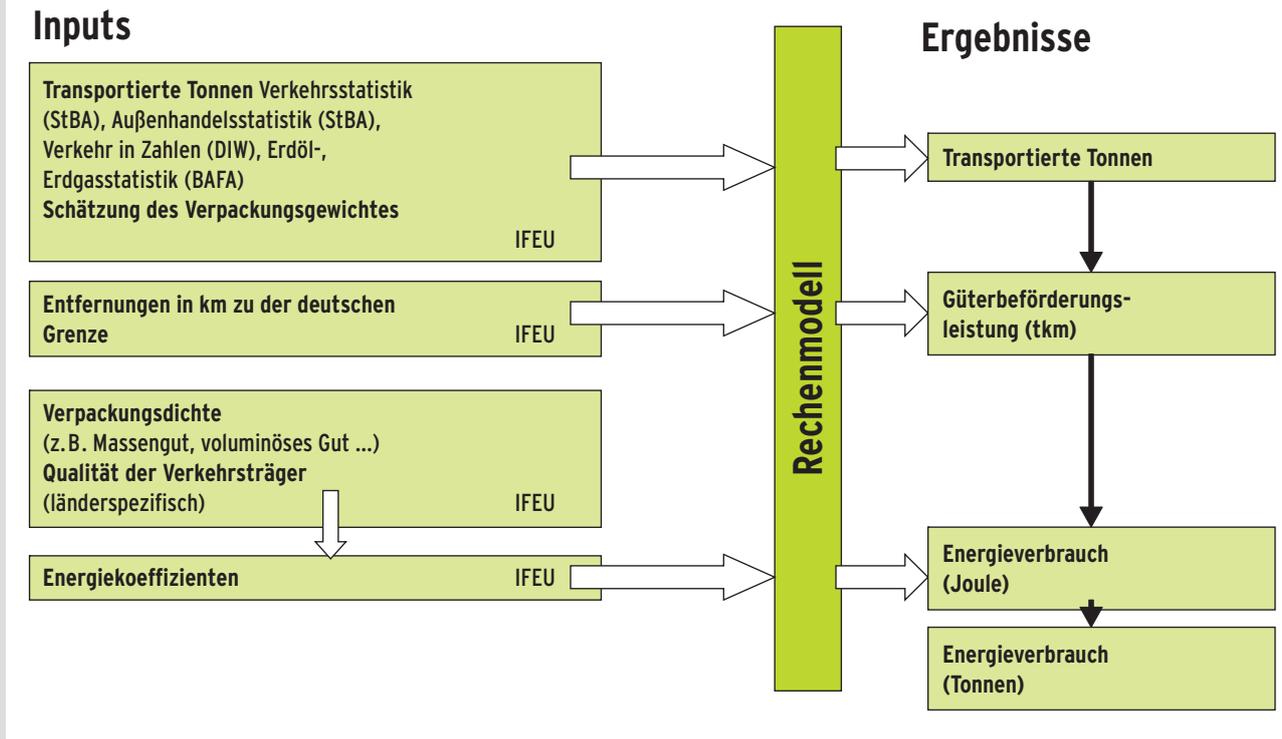
Ein Bestandteil der Rohstoffäquivalente ist der Energieaufwand, der zum Transport der von Deutschland im- und exportierten Waren erforderlich ist. Daher wird dieser Energieaufwand für alle importierten Güter bzw. Gütergruppen ermittelt. Basis für die Berechnungen sind insbesondere die Daten der Außenhandels- und Verkehrsstatistiken sowie Entfernungs- und Energiekoeffizientenmatrizen, die vom IFEU im Rahmen des externen Projekts zur Verfügung gestellt wurden (vgl. Kapitel 4.1).

Berechnet wird der Energieverbrauch nach dem so genannten Territorialprinzip d.h. es werden Angaben ab der deutschen Grenze für Exporte bzw. bis zur deutschen Grenze für Importe einbezogen.

Zusätzlich erfordern die Berechnungen eine Aufteilung der Welt in zwei Teile: „Europa“ (einschl. Russland) und „Rest der Welt“. Bei Importen von bzw. bei Exporten in die restliche Welt wird unterstellt, dass alle Transporte ausschließlich oder zum überwiegenden Teil durch die Verkehrsträger Luft- und Hochseeschifffahrt erfolgen. Im Warenaustausch mit europäischen Ländern und Russland sind dagegen alle Verkehrsträger (Bahn, Straßenverkehr, Binnenschifffahrt, Hochseeschifffahrt, Luftfahrt und Pipeline) grundsätzlich möglich.

Insgesamt gehen Export- bzw. Importdaten von ca. 225 Ländern in die Berechnungen ein, mit denen Deutschland Handelsbeziehungen unterhält.

Schaubild 3.11: Rechenverfahren für den Energieeinsatz beim Transport von Im- und Exportgütern



Berechnungsschritte (vgl. Schaubild 3.11):

- I. Zunächst wird festgestellt, wie viele Tonnen an Gütern nach bzw. aus Deutschland mit welchem Verkehrsträger ein- bzw. ausgeführt werden. Dazu liefern die Außenhandelsstatistik und die Verkehrsstatistiken wichtige Angaben. Die Verkehrs- und Außenhandelsstatistiken erfassen die Angaben über Verkehrsträger direkt an der deutschen Grenze, d. h. mit welchem Verkehrsträger werden die Güter an der deutschen Grenze ein- bzw. ausgeführt. Beispielsweise kommt Rindfleisch aus Argentinien per LKW an der deutschen Grenze an. Dies kann jedoch nicht für den gesamten Transportweg gelten. Daher wird unterstellt, dass für die übrige Strecke eine Beförderung mit dem Hochseeschiff erfolgte. Die Transporte aus Übersee, die über einen ausländischen Umschlagshafen (z. B. Rotterdam, Antwerpen) nach Deutschland kommen, werden also hinsichtlich der Verkehrsträger korrigiert.

Das bedeutet, dass dem Rindfleisch aus Argentinien ein Transport im Ursprungsland (mit einem unterstellten Verkehrsträgermix), ein Beförderung per Hochseeschiff sowie ein Transport vom (europäischen) ausländischen Hafen zur deutschen Grenze zugerechnet werden.

- II. Die physischen Angaben der Außenhandelsstatistik zu den Export- bzw. Importgütern erfassen nur die Nettowarengewichte, keine Primärverpackungen, Umverpackungen, Paletten oder Ähnliches. Das zusätzliche Gewicht der Verpackungen erhöht allerdings den Energieaufwand für den Transport, deshalb sind Daten über die Verpackungsgewichte notwendig für die Berechnungen. Eine Schätzung der Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH (Wiesbaden) ergab²⁹, dass ca. 0,5% der Nettogewichtsangaben dem Gewicht der Primärverpackungen³⁰ entsprechen.

²⁹ Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung: Importe und Exporte von gefüllten Verpackungen, Wiesbaden 2005, unveröffentlicht.

³⁰ Definition Primärverpackung: Verpackung, die das Produkt direkt umgibt und mit ihm in Kontakt steht.

Das IFEU verfügt über eine Schätzung für Containerzuschläge (vgl. Anhang 2). Dabei unterscheidet man Zuschläge für Massengüter (z. B. Erdöl), durchschnittliche Güter (z. B. Textilien) und voluminöse Güter (z. B. Möbel). Der Containerzuschlag, berechnet auf das Nettogewicht der einzelnen Güter, beträgt bei Massengütern 7 %, bei durchschnittlichen Gütern 11 % und bei voluminösen Gütern 23 %. Für Sekundärverpackungen (z. B. Kartonagen) liegen derzeit keine Angaben bzw. Schätzungen vor. Sie bleiben also hier unberücksichtigt.

III. Mithilfe des IFEU wurden Transportentfernungen zwischen den Empfangs- bzw. Ursprungsländern und Deutschland (Grenze) ermittelt. Dabei werden die durchschnittlichen Entfernungsangaben (in km) zwischen dem jeweiligen Land und der deutschen Grenze sowie die zurückgelegte Distanz je Art des Verkehrsträgers (in km/Verkehrsträger) dargestellt. Um eine möglichst genaue Entfernungsangabe zu bekommen, werden beispielsweise auch die Entfernungen von den Hauptstädten/ Wirtschaftszentren zu den Häfen der Ursprungsländer (bzw. zu Häfen anderer Länder sofern kein eigener Hafen existiert) nach unterschiedlichen Verkehrsträgern berücksichtigt. Analog werden die Transportentfernungen von ausländischen Häfen, z. B. Rotterdam, zur deutschen Grenze berücksichtigt. Für europäische Länder wird die Entfernung von der jeweiligen Hauptstadt zur deutschen Grenze zugrunde gelegt.

IV. Im nächsten Schritt werden die Güterbeförderungsleistungen (in Tonnenkilometern, tkm) nach Gütergruppen, Ländern und Verkehrsträgern berechnet, indem die transportierte Gütermenge mit den jeweiligen Entfernungen multipliziert wird.

V. Für die Berechnung des kumulierten (direkten + indirekten) Energieaufwandes werden die Güterbeförderungsleistungen (in tkm) aus Schritt IV mit den in Kapitel 4.1 beschriebenen spezifischen Energiekoeffizienten (in Joule je Tonnenkilometer) multipliziert. Ergebnis ist der Energieaufwand in Joule.

VI. Die vom IFEU gelieferten Energiekoeffizienten beinhalten eine durchschnittliche Anzahl von Leerfahrten. Es ist jedoch zu vermuten, dass bei den Importen mehr Leerfahrten als die in den Koeffizienten durchschnittlich enthaltenen Angaben stattfinden (die Energiekoeffizienten müssen dann erhöht werden). Bei den Exporten verhält es sich umgekehrt: die Energiekoeffizienten müssen verringert werden. Deutschland importiert größere Gütermengen (z. B. Rohstoffe) als exportiert werden (z. B. Endprodukte). Entsprechend werden Korrekturen zur Berücksichtigung unterschiedlicher Anteile von Leerfahrten durchgeführt. Sie basieren auf Schätzungen einer Studie des IFEU³¹. Beispielsweise wird der Energieaufwand bei exportierten Massengütern um 25 %, bei durchschnittlichen Gütern um 15 % und bei voluminösen Gütern um 7,5 % reduziert.

VII. Abschließend wird der Energieaufwand (Joule) in physische Einheiten (Tonnen) umgerechnet, um die Zusammenfassung mit den Angaben zu den Rohstoffäquivalenten, die ebenfalls in Tonnen ausgewiesen werden, zu ermöglichen.

Die aus dem Rechenmodell gewonnenen Ergebnisse (transportierte Tonnen, Güterbeförderungsleistung, Energieverbrauch in Joule und in Tonnen) lassen sich in Gütergruppen, Güterarten (z. B. Massengut, voluminöses Gut), Verkehrsträger (z. B. LKW, Binnenschiff) und Energieträger (z. B. Diesel, Kerosin) differenzieren (vgl. Kapitel 5.5).

31 IFEU: EcoTransit: Environmental Methodology and Data – Update – July 2005, Heidelberg.

4. DATENQUELLEN

4.1 EXTERNES PROJEKT: KOEFFIZIENTEN ZUM ROHSTOFFEINSATZ BEI IMPORTGÜTERN

Wie schon in den Kapiteln 3.1 und 3.2 gezeigt, wurden in einem vom IFEU durchgeführten Projekt³² erstens Importkoeffizienten für diejenigen importierten Waren ermittelt, für die im Inland keine vergleichbaren Produktionsprozesse stattfinden oder deren Produktionsprozesse (annahmegemäß) stark von den inländischen abweichen. Zweitens wurden vom IFEU Entfernungs- und Energiekoeffizientenmatrizen bereitgestellt. Sie dienen der Ermittlung des transportbedingten Energieaufwandes in der übrigen Welt für die von Deutschland importierten und exportierten Waren. Die Ergebnisse beider Projektbausteine flossen dann wie oben näher erläutert in die Berechnung eines DMI in Rohstoffäquivalenten ein.

Die Aufgabenstellung des ersten Bausteins des Vorhabens bestand in der Konzeptionierung der Vorgehensweise hinsichtlich der Ermittlung dieser Importkoeffizienten und deren Ermittlung selbst. Eine Unterscheidung in verschiedene Rohstoffarten wie mineralische Rohstoffe, metallische Rohstoffe, Energierohstoffe, biotische Rohstoffe etc. wurde dabei in Absprache zwischen Auftragnehmer (IFEU, Heidelberg) und Auftraggeber (Statistisches Bundesamt) vorgenommen. Importkoeffizienten lassen sich ohne Einschränkung für die Unterteilung in Rohstoffarten ermitteln und als dimensionslose Größen in Tabellenform darstellen (Tabelle A.2.2).

Für diesen Projektteil wurde eine Liste der Außenhandelsstatistik des Statistischen Bundesamtes herangezogen, die alle importierten Produkte beinhaltet. In einem iterativen Abstimmungsprozess zwischen Auftraggeber und Projektnehmer wurde daraus eine Auswahl an Importgütern getroffen. Für diese wurden Daten und Koeffizienten ermittelt. Die Selektion orientierte sich an den Kriterien Mengenrelevanz, Hauptimportländer und daran, ob in Deutschland das Produkt in einem vergleichbaren Produktionsprozess hergestellt wird oder nicht. Hauptsächlich

wurden Rohstoffe ausgewählt sowie Halbwaren mit niedrigem Verarbeitungsgrad. Diese Einschränkung wurde aufgrund von unterschiedlichen Berechnungsmethoden gemacht. Ergebnisse der IO- und der Prozesskettenanalyse sind nur für Produkte mit niedrigem Bearbeitungsgrad kompatibel. Je höher der Bearbeitungsgrad ist, desto unterschiedlicher sind die Koeffizienten der beiden Analysen.³³

Die Ermittlung der Koeffizienten erfolgte auf der Basis der Betrachtung von Prozessketten der im Ausland hergestellten Waren. Teilweise wurden für bestimmte Gütergruppen Repräsentanten ausgewählt und näher analysiert, die dann für die Inputverhältnisse der gesamten Gruppe zugrunde gelegt wurden. Als Quellen wurden vor allem die Datenbank Ecoinvent³⁴ und eigene Datenbanken des IFEU sowie einige externe Datenbanken verwendet.

Auf diese Weise wurden für 77 abiotische und 51 biotische Güter Importkoeffizienten ermittelt (siehe Tabelle A.2.1 im Anhang).

Der zweite Baustein des vom IFEU durchgeführten Projekts stellt Grundlagen für die Ermittlung des Energieeinsatzes zur Verfügung, der mit dem Transport von Import- und Exportgütern verbunden ist. Für die weiteren Berechnungen wurden in diesem Arbeitspaket die Transportentfernungen der Güterbeförderung sowie die transportbedingten Energiebedarfe pro Tonnenkilometer (tkm) für importierte und exportierte Waren differenziert nach Herkunfts- bzw. Zielland ermittelt. Dabei wurden für alle als wesentlich identifizierten Länder bzw. Regionen typische Lieferstrecken zu Grunde gelegt. Basis sind die Länder, die im Jahr 2005 gemäß Außenhandelsstatistik mit Deutschland in einer Lieferbeziehung standen (rund 220). Für sie wurden typische Transportentfernungen sowie ein typischer Verkehrsträgermix ermittelt. Energiekoeffizienten wurden für alle relevanten Verkehrsträger (Flugzeug, Hochseeschiff, Bin-

32 IFEU: Ermittlung und Bereitstellung von Koeffizienten zum Rohstoffeinsatz bei Importgütern, Heidelberg 2007, www.destatis.de (genauer Link siehe Literatur).

33 Integration der Importkoeffizienten in GP-Gliederung: siehe Anhang 2.

34 Version 1.3, Stand 2006. Mittlerweile ist eine neue Version (2.0, Stand November 2007) auf dem Markt.

nenschiff, Bahn E-Traktion, Bahn D-Traktion, Lkw und Pipeline) differenziert für verschiedene Güterarten (Massengut, voluminöses Gut, Stückgut etc.) berechnet.

Für Landtransporte ermittelte das IFEU Entfernungsangaben in km von den Wirtschaftszentren (Hauptstädte) der Import- bzw. Exportländern zur deutschen Grenze³⁵. Für die Hochseeschifffahrt wurden Entfernungen zwischen den jeweiligen Hochseehäfen berechnet. Zusätzlich wurde für die Ursprungsländer der verschifften Güter auch die Entfernungen zwischen den jeweiligen Wirtschaftszentren/Hauptstädten und den nächst gelegenen Seehäfen sowie die dazu benutzten Verkehrsträger in einer Verkehrsträgermatrix bereitgestellt.

Ebenso wurden Energiekoeffizienten der verschiedenen Verkehrsträger zur Verfügung gestellt, die mit Hilfe des am IFEU entwickelten Standardmodells TREMOD (Transport Emission Modell) ermittelt wurden. Für die Berechnung des kumulierten Ener-

gieaufwandes der transportierten Güter im Ausland lieferte das IFEU spezifische Energiekoeffizienten, die nach Verkehrsträgern (LKW, Bahn, Binnenschiff, usw.), länderspezifischen Informationen (Pipeline in Russland, LKW in USA), Energiearten (Bahn – Strom und Bahn – Diesel), spezifischen Energieverbräuchen bei unterschiedlichen Entfernungen (kurze vs. lange Strecken beim Flugverkehr), Qualität der Fahrzeugflotte (ältere Flotte vs. moderne Flotte) und güterspezifischen Energiekoeffizienten (Schüttgut, Stückgut, voluminöses Gut) unterteilt werden. Zusätzlich wurde dabei nach Energieträgern unterschieden, so dass sowohl Energiewerte in Energieeinheiten als auch Rohstoffäquivalente in Tonnen ausgewertet werden können.

Zu Einzelheiten siehe den Projektbericht des IFEU: „Ermittlung und Bereitstellung von Koeffizienten zum Rohstoffeinsatz bei Importgütern“³⁶. Der Anhang enthält beispielhaft ausgewählte Koeffiziententabellen aus dem Projektbericht und den zugehörigen Tabellenlieferungen.

4.2 BASISDATEN

Neben den Daten aus dem externen Projekt werden folgende Datenquellen benutzt:

- **Statistisches Bundesamt (Destatis):**
 - a) Detaillierte Angaben zu den biotischen und abiotischen Materialflüssen aus den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (Materialkonto, Primärmaterialberechnungen, Energieberechnungen etc.).
 - b) Außenhandelstatistik; physische (in Tonnen) und monetäre (in Euro) Angaben über Importe und Exporte gegliedert nach rund 9.000 Güterarten und ca. 220 Ländern sowie nach Verkehrsträgern beim Grenzübergang.
 - c) Verkehrsstatistiken; die Verkehrsstatistiken liefern u. a. Angaben zu den ein- und ausgeführten Gütern, unterteilt nach Verkehrsträgern (Straßenverkehr, Hochseeschifffahrt, Binnenschifffahrt, Luftverkehr, Bahntransport und Pipeline).

d) Für die einzelnen Berechnungen des kumulierten Rohstoffaufwands werden Informationen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (Input-Output-Rechnung des Statistischen Bundesamtes, Gruppe III C) – Input-Output-Tabellen und Gütermatrizen – benötigt (siehe Kapitel 3.1).

- **Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA):**

Das BAFA stellt ergänzende Angaben zur Einfuhr von Erdöl und Erdgas bereit. Bei den Importen von Erdgas gehen die vorliegenden Berechnungen von der Annahme aus, dass Erdgas zu 100 % per Pipeline eingeführt wird. Außerdem wurden weitere Angaben aus dem Datensatz „Amtliche Mineralöldata für die Bundesrepublik Deutschland“ für die Berechnungen verwendet.

³⁵ Aufgrund der geographischen Größe wurde Russland bei der Berechnung der Entfernungen in drei Teilgebiete untergliedert.

³⁶ Siehe Fußnote 32.

- **Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU):**
Zusätzlich zu den im Rahmen des externen Projekts ermittelten Informationen zu Importkoeffizienten sowie den Entfernungsmatrizen und Energiekoeffizienten für den Transport (siehe 4.1) wurden vom IFEU folgende Informationen bereitgestellt:
 - a) Schätzungen zu Verpackungsgewichten
Im Einzelnen handelt es sich dabei um die Schätzung von Containerzuschlägen für Massengüter, durchschnittliche Güter und voluminöse Güter.
 - b) Schätzung von Leerfahrten
Eine Studie des IFEU zur Ermittlung von Leerfahrten in der Binnenschifffahrt wurde für die Berechnungen berücksichtigt³⁷.
- **Internetrecherchen, andere Datenquellen:**
 - a) Für die Zusammenstellung der Materialstromtabellen wurden Angaben aus Fachliteratur und Internet verwendet (u. a. Angaben der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, von Forschungsinstituten, Verbänden etc.).
 - b) Veröffentlichung des Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen „Verkehr in Zahlen 2007/2008“ (verantwortlich für den Inhalt: DIW Berlin).
 - c) Eine wichtige Datenquelle für die Rohstoff- und Energiekoeffizienten, die das IFEU in seinem Projekt zur Verfügung stellte, ist die Ecoinvent-Datenbank – näheres siehe oben.

³⁷ IFEU, „EcoTransit: Environmental Methodology and Data – Update- July 2005“, Heidelberg.

5. ERGEBNISSE

Aus den Berechnungen ergeben sich umfangreiche Ergebnistabellen mit detaillierten Kreuztabellierungen, die dem Auftraggeber in elektronischer Form zur Verfügung gestellt wurden. Im Anhang 1 sind

Auszüge aus diesen Tabellen zusammengefasst. Im Folgenden werden zentrale Ergebnisse zu DMI, DMC, physischer Handelsbilanz (PHB) und ausgewählten einzelnen Rohstoffen bzw. Rohstoffgruppen präsentiert.

5.1 DMI IN ROHSTOFFÄQUIVALENTEN

Im Jahr 2005 belief sich die Höhe des neu berechneten Indikators DMI in Rohstoffäquivalenten (DMI-RÄ) auf rund 3.908 Mill. Tonnen gegenüber 4.071 Mill. Tonnen im Jahr 2000. Das entsprach einem Rückgang um 4%, wobei einem leichten Absinken zwischen 2000 und 2002 ein Anstieg in den Jahren 2003 bis 2005 folgte (vgl. Schaubild 5.1).

Vergleicht man den DMI-RÄ mit dem bisher gültigen DMI, so ist der neue Indikator über die gesamte Zeitreihe hinweg etwa 2,3mal so hoch wie der alte. Das liegt ausschließlich an den Importen. Das Gewicht der Importe in Rohstoffäquivalenten (so genannte direkte und indirekte Importe zusammen) ist etwa fünf Mal so hoch wie das tatsächliche Gewicht der importierten Güter, die in den ursprünglichen Indikator eingehen. Die inländische Entnahme

von Rohstoffen ist bei beiden Indikatoren identisch (Schaubild 5.2). Bezogen auf 2005 kamen auf jede Tonne inländischer Entnahme 2,6 Tonnen Importe in Rohstoffäquivalenten. Nach den „alten“ Berechnungen ergab sich ein Verhältnis von einer Tonne entnommener Rohstoffe zu 0,5 Tonnen an Importwaren.

In Rohstoffäquivalenten dargestellt, bilden im Jahr 2005 die Metallerze die bedeutsamste Gruppe mit 42% Anteil am DMI-RÄ, gefolgt von den Energieträgern (23%) und Baumineralien (18%) (Schaubilder 5.3a, 5.3b, 5.4. und Tabelle 5.1). Insbesondere Kupfererze beeinflussen den Verlauf des DMI-Indikators sehr stark – wie auch die weiteren Indikatoren, wie DMC und PHB. Die Kupfererzäquivalente umfassen im Jahr 2005 allein 22% des DMI-RÄ.

Schaubild 5.1: DMI - alte versus neue Berechnung

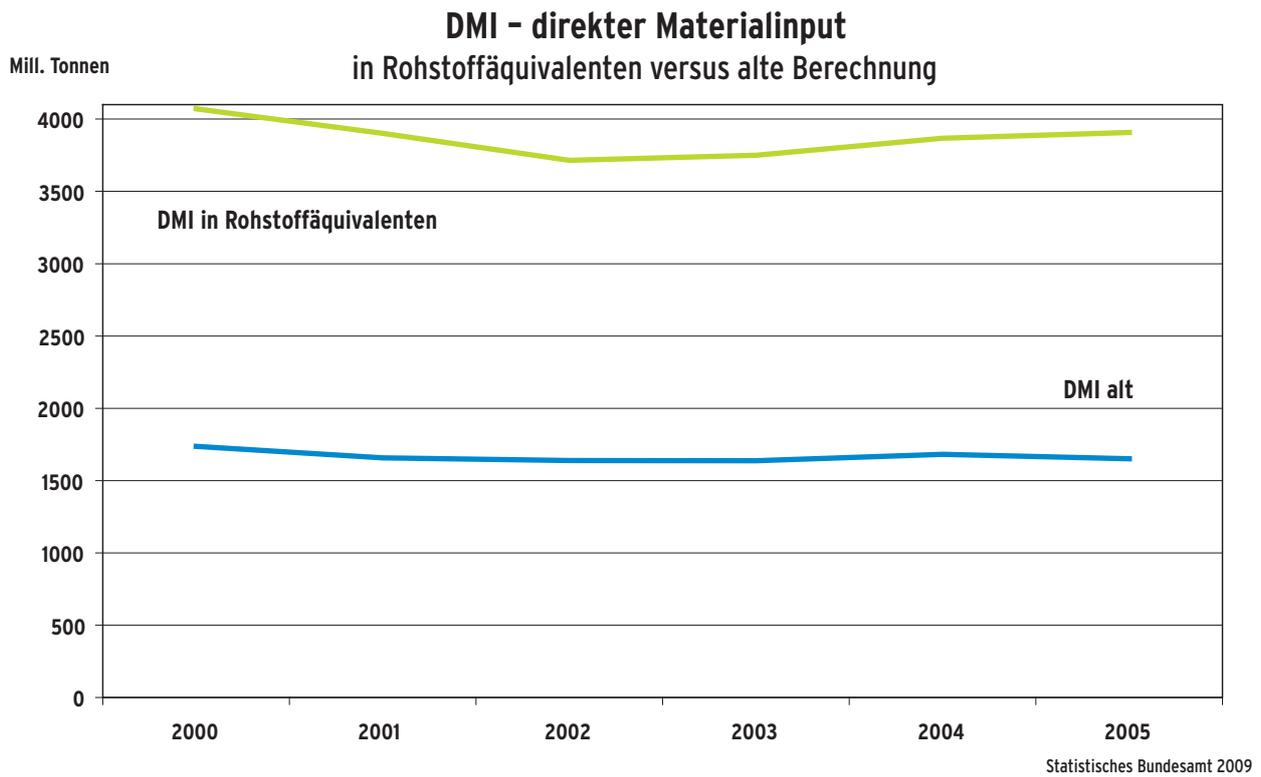


Schaubild 5.2: DMI in Rohstoffäquivalenten - nach Ursprung

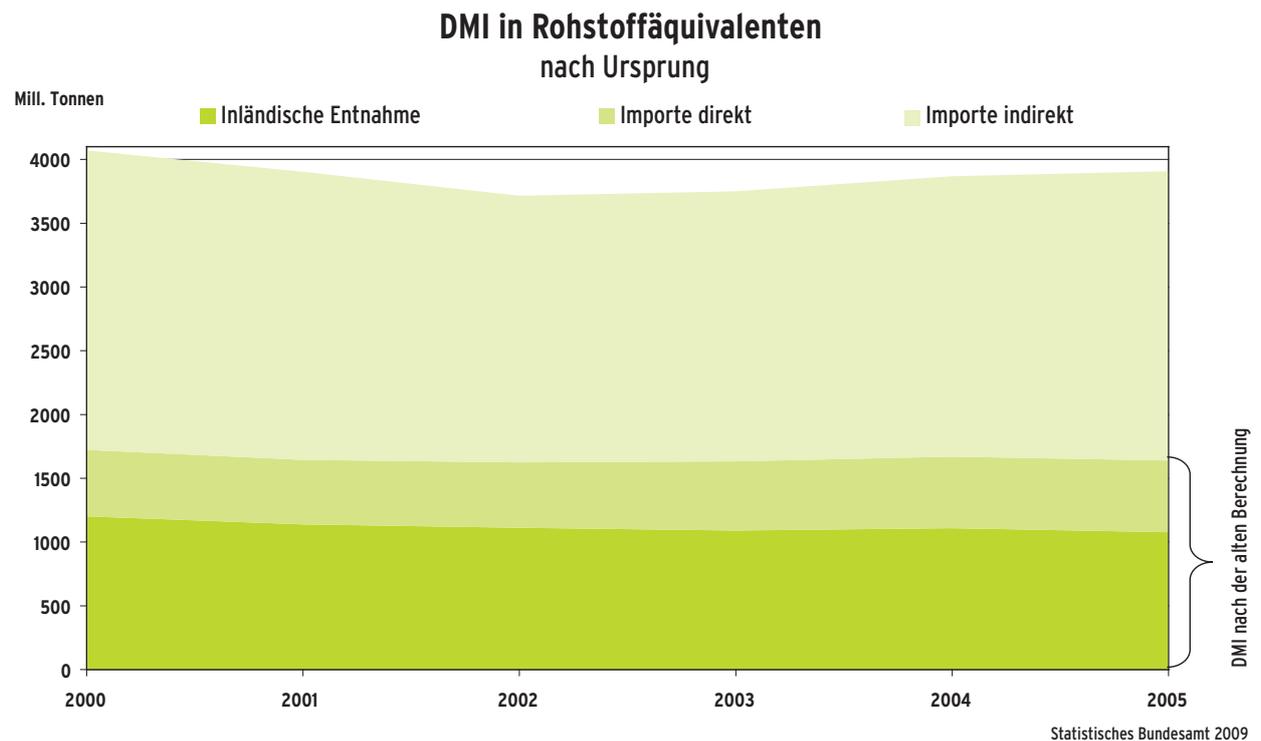


Schaubild 5.3a: DMI nach Rohstoffgruppen in %

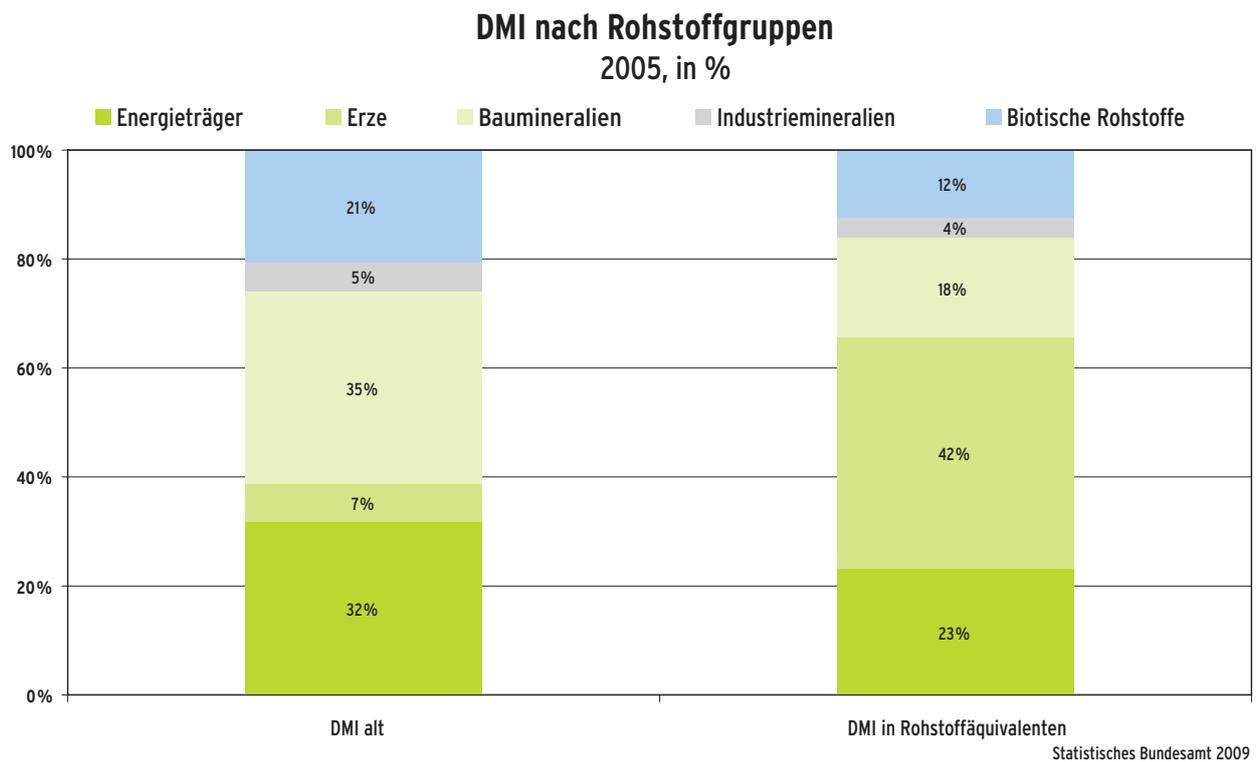


Schaubild 5.3b: DMI nach Rohstoffgruppen in Mill. Tonnen

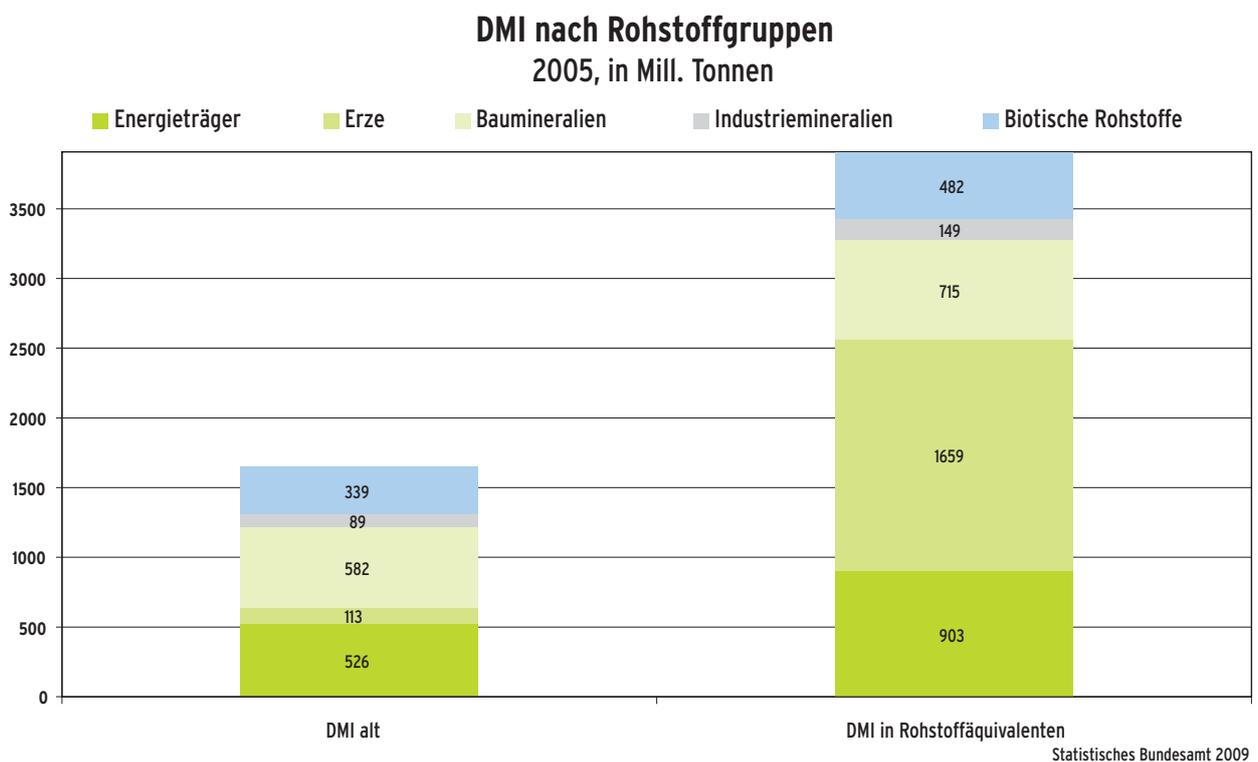
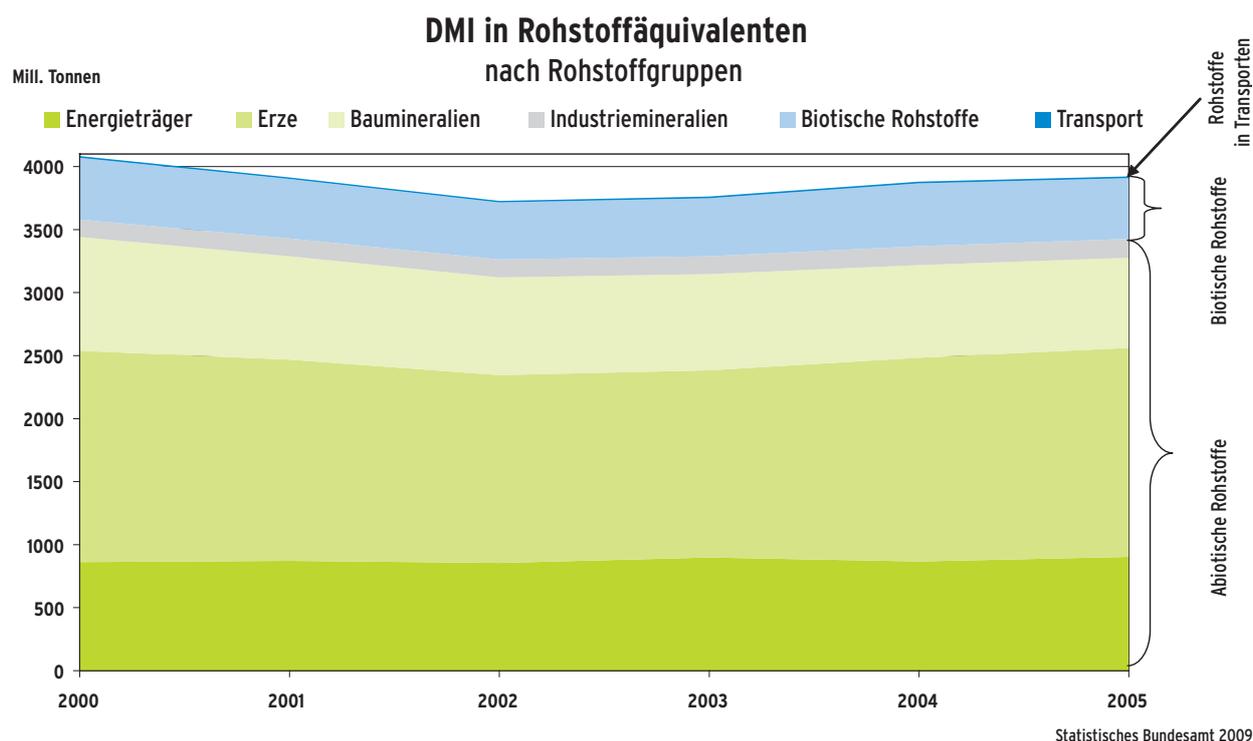


Schaubild 5.4: DMI in Rohstoffäquivalenten - nach Rohstoffgruppen



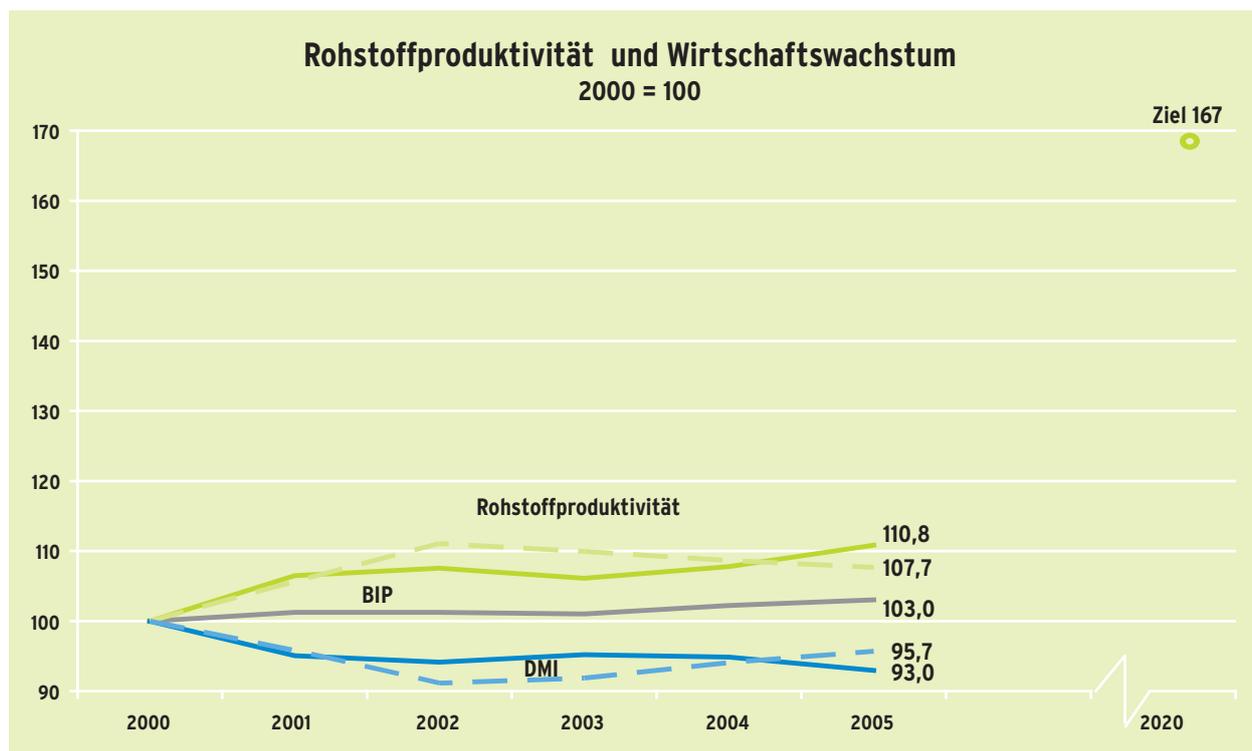
Beim „alten“ DMI dominierten dagegen die Baumineralien mit 35 % (2005) sowie die Energieträger und deren Erzeugnisse (32%). Der Anteil der Metallerze und der Erzeugnisse vorwiegend aus Erzen am alten DMI lag lediglich bei 7 % (ebenfalls 2005). Hier zeigen sich die Unterschiede zwischen den Konzepten besonders deutlich (vgl. Abschnitt 5.6).

Die Relation zwischen biotischen und abiotischen Rohstoffen hat sich im Zeitablauf kaum verändert (Schaubild 5.4). Der DMI-RÄ setzte sich im gesamten Zeitraum zu rund 88% aus abiotischen und zu 12% aus biotischen Materialien zusammen (Futteraufnahme aus dem Grünland berechnet als Heugewicht, Holz als Trockengewicht, siehe Kapitel 5.6). Ein Substitutionseffekt von abiotischen durch biotische Rohstoffe (oder umgekehrt) ist in diesem Zeitraum nicht erkennbar.

Der Energieeinsatz beim Transport der Importgüter hat mit knapp 0,4% durchgehend einen sehr niedrigen Anteil am gesamten DMI-RÄ (Schaubild 5.4 und Tabelle 5.1). Für die Darstellung in den Abschnitten 5.1 bis 5.4 ist d.h.r. aus Vereinfachungsgründen auf die Energierohstoffe für den Transport der Im- und Exportgüter verzichtet worden³⁸. Sie werden in einem gesonderten Abschnitt 5.5 behandelt. Hinsichtlich der geplanten regelmäßigen Aktualisierung der Berechnungen der Rohstoffäquivalente bleibt zu prüfen, ob das vergleichsweise aufwändige Rechenwerk für die Transporte möglicherweise entfallen kann oder ob es für Zwecke der speziellen Analyse der Transporte in mehrjährigen Abständen aktualisiert wird (vgl. Abschnitt 5.6).

³⁸ In absoluten Werten ist der Energieverbrauch (und die damit verbundenen CO₂-Emissionen) durch den Transport der Außenhandelsgüter jedoch durchaus bedeutsam. Im Jahr 2005 betrug der Energieverbrauch für den Transport von Im- und Exportgütern zusammen 935 Petajoule bzw. 20,4 Millionen Tonnen. Die CO₂-Emissionen lagen bei 61,3 Mill. Tonnen. Im Vergleich dazu lag der Energieverbrauch beim inländischen Güterverkehr bei 865 Petajoule; die CO₂-Emissionen beliefen sich auf 56,4 Mill. Tonnen. Siehe Buyny, Šárka, Klink, Steffen, Lauber, Ursula u. Thomas, Joachim: Umweltökonomische Aspekte der Globalisierung, Teil 2: CO₂-Emissionen des internationalen Güter- und Personenverkehrs, in: Wirtschaft und Statistik, 2/2008.

Schaubild 5.5: Rohstoffproduktivität – Indikator der Nachhaltigkeitsstrategie



* Durchgezogene Linien: Definition gemäß Nachhaltigkeitsstrategie (abiotische Rohstoffentnahme und Importe in tatsächlichen Tonnen gemessen). Gestrichelte Linien: abiotische Rohstoffentnahme und Importe in Rohstoffäquivalenten.

Tabelle 5.1: DMI in RÄ nach Rohstoffgruppen, Mill. Tonnen

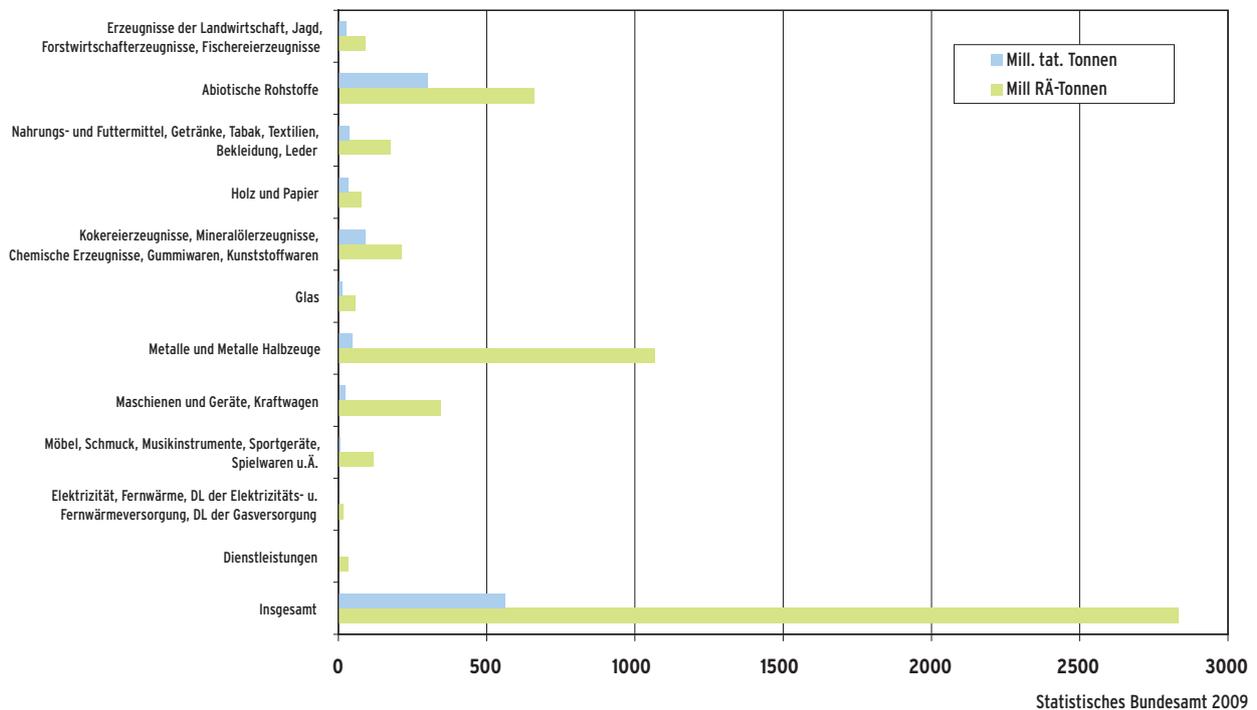
Rohstoffgruppen	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieträger	861	872	855	899	867	903
Mineralische Rohstoffe	2.718	2.559	2.407	2.390	2.502	2.523
Erze	1.676	1.597	1.490	1.485	1.617	1.659
Sonstige mineralische Rohstoffe	1.042	962	917	905	885	864
Baumineralien	903	820	775	763	735	715
Industriemineralien	139	142	142	142	150	149
Biomasse	491	472	452	461	499	482
Insgesamt	4.070	3.903	3.714	3.750	3.868	3.908
nachr.: Energieaufwand beim Transport der Importgüter	12	12	12	13	13	14

Betrachtet man nur die abiotische Rohstoffentnahme und die Einfuhren (den abiotischen DMI), die die Basis für den Indikator Rohstoffproduktivität der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung bilden, so zeigt sich zwischen 2000 und 2005 ein Rückgang von 7,0%, während der DMI-RÄ in diesem Zeitraum

um lediglich 4,3% sank. Entsprechend ist die Rohstoffproduktivität (also die Relation Bruttoinlandsprodukt zu abiotischem DMI) beim „alten“ Indikator stärker gestiegen, als beim „neuen“ (Produktivität alt: +10,8%, Produktivität neu: +7,7%), vgl. Schaubild 5.5.

Schaubild 5.6: Importe in tatsächlichen Tonnen und in RÄ-Tonnen - nach zusammengefassten Produktionsbereichen³⁹

Importe nach Produktionsbereichen 2005 in Tonnen und RÄ-Tonnen

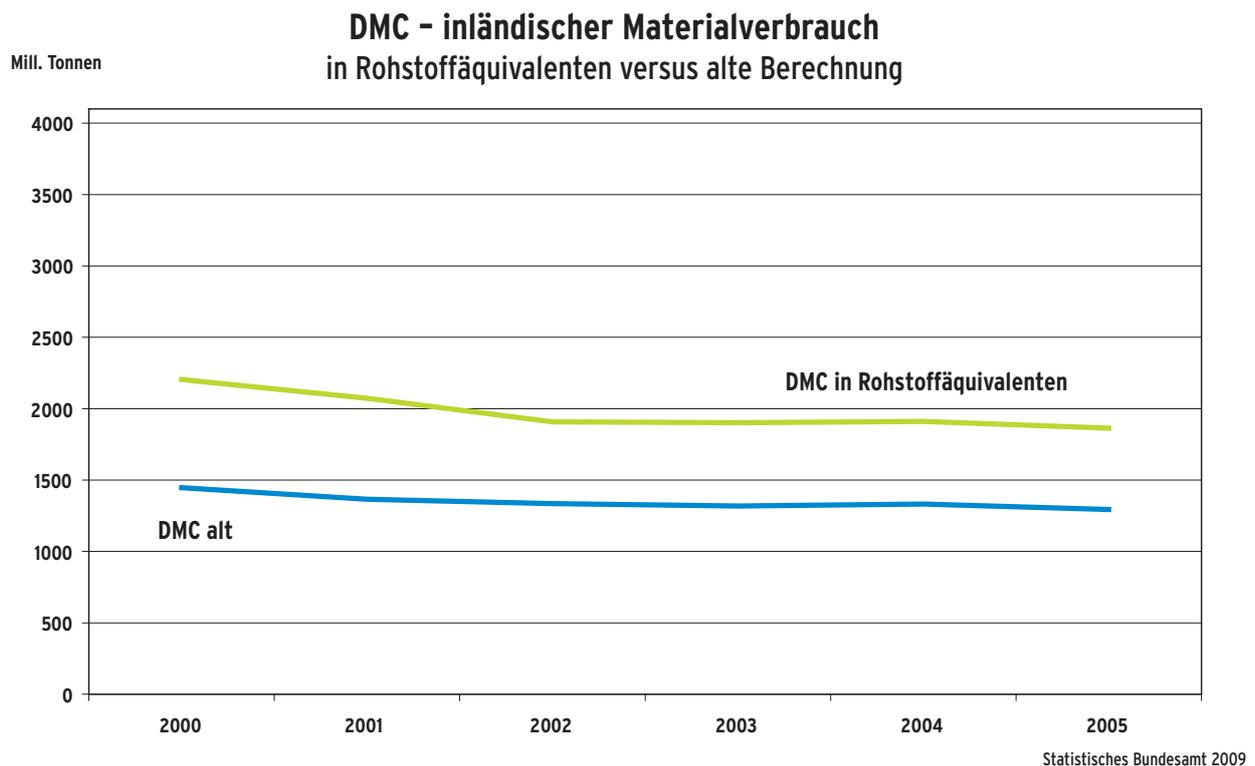


Interessant ist auch ein vergleichender Blick auf das tatsächliche Gewicht der importierten Produkte und die Importe in Rohstoffäquivalenten nach Bereichen (Schaubild 5.6). Ein solcher Vergleich zeigt, welche Bereiche in welchem Maß für die „Rucksäcke“ bedeutsam sind, die gesamtwirtschaftlich festgestellt wurden (siehe oben). Besonders auffällig ist die Diskrepanz in den Bereichen Herstellung von Metallen und Metallhalbzeug sowie von Maschinen, Geräten

und Kraftwagen. Auch bei der Herstellung von Glas ist der Unterschied vergleichsweise groß – wenn auch die absoluten Mengen weniger ins Gewicht fallen. Insgesamt zeigt sich auch hier, dass die stärker bearbeiteten Produkte die relativ größeren Material-„Rucksäcke“ haben. Zudem wird deutlich, dass auch die importierten Dienstleistungen (z.B. Beratungsleistungen, Müllentsorgung o. Ä.) indirekte Materialflüsse mitbringen.

³⁹ Der Bereich „abiotische Rohstoffe“ umfasst: Gewinnung von Kohle und Torf; Gewinnung von Erdöl, Erdgas; Gewinnung von Erzen und Gewinnung von Steinen und Erden, einschl. sonstigen Bergbauerzeugnisse.

Schaubild 5.7: DMC - alte versus neue Berechnung



5.2 DMC IN ROHSTOFFÄQUIVALENTEN

Beim DMC (Domestic Material Consumption – inländischer Materialverbrauch) wird, wie bereits erläutert, der Export vom DMI abgezogen. Beim „neuen“ DMC erfolgt dies für alle Größen in Rohstoffäquivalenten (DMC-RÄ). Schaubild 5.7 stellt die Ergebnisse der neuen und der alten Berechnung einander gegenüber. Der Unterschied ist hier wesentlich geringer als beim DMI, da die Exporte mit ihren größeren „Rucksäcken“ abgezogen sind. Gleichwohl liegt der inländische Materialverbrauch in RÄ etwa ein Viertel über dem in tatsächlichen Tonnen. Bemerkenswert ist, dass die Metallerze beim DMC eine wesentlich

geringere Rolle spielen als beim DMI (Tabelle 5.2). Sie umfassen 2005 lediglich 23 % des DMC-RÄ gegenüber 42 % des DMI-RÄ. Entsprechend ist der Anteil der Baumineralien am DMC-RÄ erheblich größer (29 % gegenüber 18 % beim DMI-RÄ).

Der DMC-RÄ insgesamt lag 2005 bei 1.864 Mill. Tonnen. Fünf Jahre zuvor waren es 2.204 Mill. Tonnen, was einem Rückgang um 15,4 % entspricht. Der DMC-RÄ ging im Zeitraum 2000 bis 2005 stärker zurück als der DMI-RÄ (-4,0 %), vgl. Kapitel 5.1.

Schaubild 5.8: DMC nach Rohstoffgruppen in %

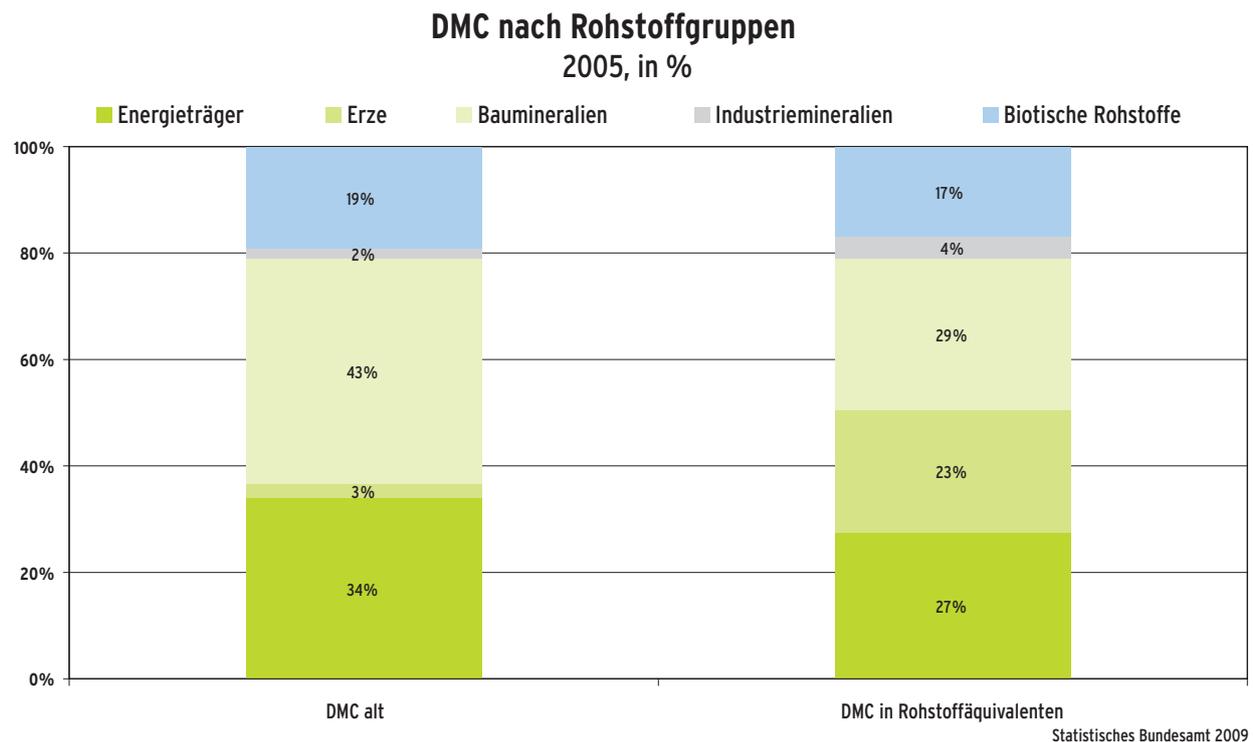


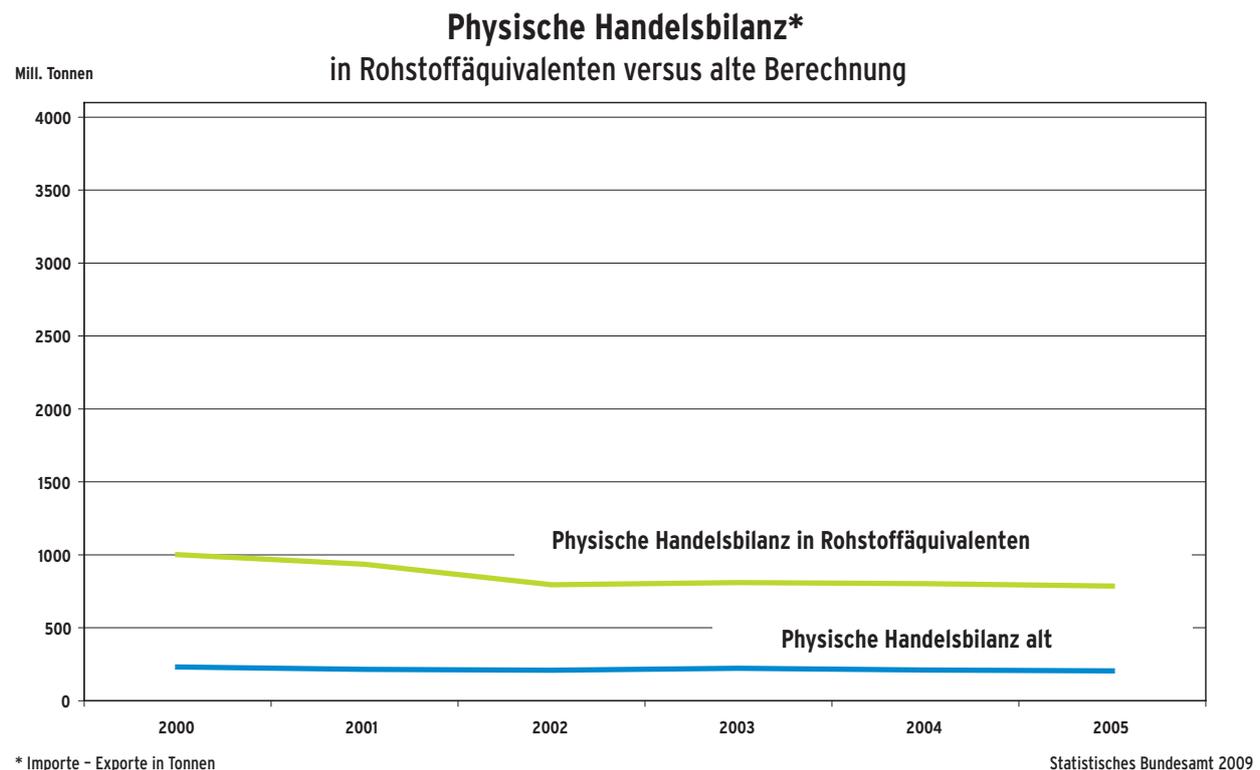
Tabelle 5.2: DMC in RÄ nach Rohstoffgruppen, Mill. Tonnen

Rohstoffgruppen	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieträger	538	536	503	530	492	511
Mineralische Rohstoffe	1.329	1.211	1.096	1.068	1.080	1.037
Erze	535	497	427	405	445	431
Sonstige mineralische Rohstoffe	794	714	669	663	635	606
Baumineralien	712	637	595	590	557	531
Industriemineralien	82	77	74	74	78	75
Biomasse	337	326	308	303	340	316
Insgesamt	2.204	2.073	1.907	1.902	1.912	1.864

Wie bereits erwähnt, unterscheidet sich die Struktur des inländischen Verbrauchs in Rohstoffäquivalenten (DMC-RÄ) deutlich vom DMI-RÄ. Der bedeutsamste Posten sind die Baumineralien mit einem Anteil von 29% am DMC, es folgen die Energieträger (27%) und die Erze (23%) (jeweils 2005, vgl. Schaubild 5.8). Beim

DMI-RÄ dominieren die Erze (42%) vor den Energieträgern und den Baumineralien (vgl. Tabelle 5.1). Offenbar werden die importierten Erzäquivalente zu großen Teilen in Form von (überwiegend) Fertigwaren wieder exportiert.

Schaubild 5.9: Physische Handelsbilanz - alte versus neue Berechnung



5.3. PHYSISCHE HANDELSBILANZ IN ROHSTOFFÄQUIVALENTEN

Die physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten ergibt sich als Saldo der Im- und Exporte in Rohstoffäquivalenten. Das Gewicht der eingeführten Güter in RÄ liegt im Zeitverlauf zwischen 1.002 Mill. Tonnen (2000) und 787 Mill. Tonnen (2005) über dem der ausgeführten Güter (Schaubild 5.9). Deutschland wird somit über den gesamten Beobachtungszeitraum von anderen Ländern mit Material versorgt. Auch hier zeigt sich, dass Deutschland nur in begrenztem Umfang über eigene Rohstoffvorkommen verfügt. Lediglich bei den Baumineralien (Sand, Kies, etc.) ist die physische Handelsbilanz in RÄ in den letzten Jahren negativ (Tabelle 5.3), das heißt die Exporte in RÄ übersteigen die Importe.

Im Zeitverlauf sind die Exporte in RÄ im Vergleich zu den Importen in RÄ leicht gestiegen und damit ist der Saldo leicht zurückgegangen (Schaubild 5.10). Hintergrund ist, dass zum einen die Exporte selbst stärker gestiegen sind und zum anderen, dass die Exporte durchschnittlich einen größeren „Rucksack“ haben als die Importe, da in der Regel Produkte mit einem höheren Verarbeitungsgrad exportiert als importiert werden. Die Exporte in RÄ beliefen sich 2005 auf das 5,7-fache bezogen auf die Exporte in tatsächlichem Gewicht, bei den Importen war es das 5,0-fache.

Schaubild 5.10: Handelsbilanz, Importe und Exporte in RÄ

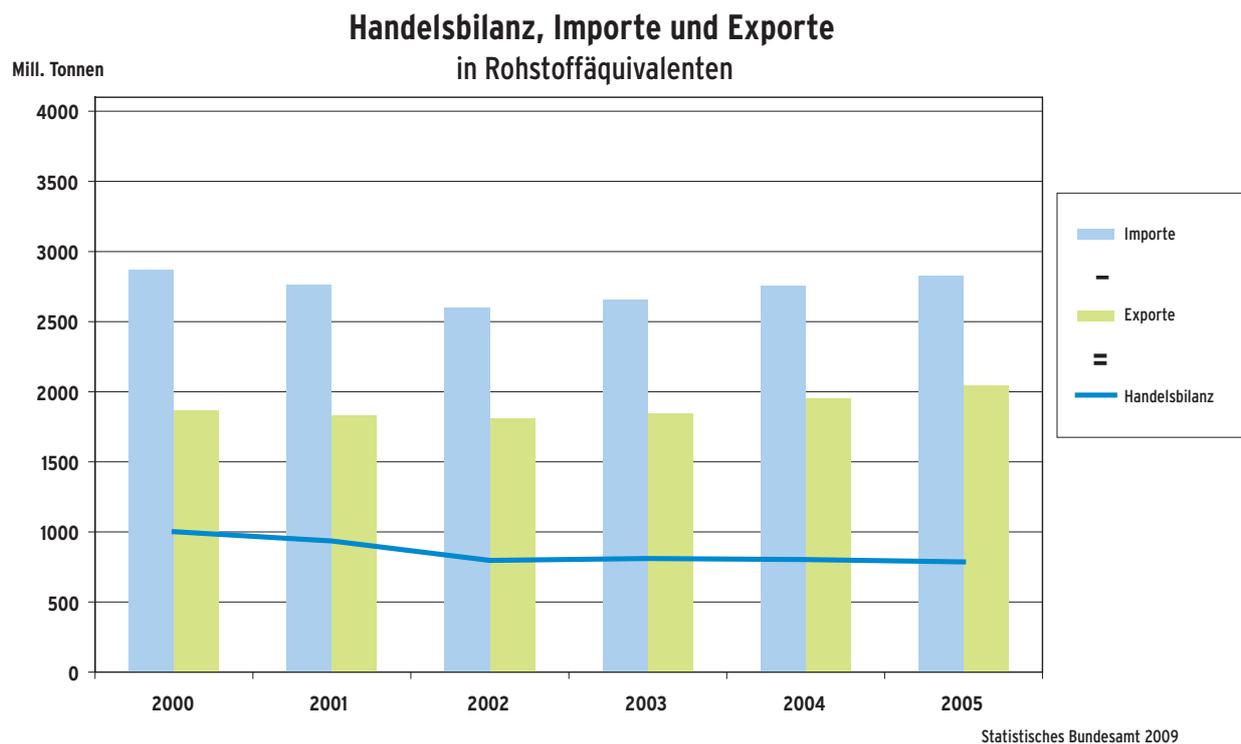


Tabelle 5.3: Physische Handelsbilanz in RÄ nach Rohstoffgruppen, Mill. Tonnen

Rohstoffgruppen	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieträger	302	297	262	290	250	274
Mineralische Rohstoffe	579	520	428	406	440	417
Erze	535	497	426	405	444	431
Sonstige mineralische Rohstoffe	45	23	2	1	-4	-14
Baumineralien	25	7	-11	-11	-18	-23
Industriemineralien	20	16	13	12	14	9
Biomasse	121	118	105	115	113	96
Insgesamt	1.003	935	795	811	803	787

Die Tabellen 5.4a und 5.4b geben noch einmal einen Überblick über die Indikatoren DMI, DMC und physische Handelsbilanz in RÄ – und zwar für die Rohstoffe insgesamt und für stark zusammengefasste Rohstoffgruppen. Sie verdeutlichen die starke Abhängigkeit der deutschen Wirtschaft von direkten und indirekten Rohstoffimporten, aber auch in wel-

chem Maß diese Rohstoffe für die Produktion von Exportgütern eingesetzt werden. Bei den Erzen und den Energieträgern übersteigen die Importe in RÄ die Exporte besonders deutlich, bei Biomasse besteht ebenfalls ein – wenn auch geringerer – Überschuss. Bei Bau- und Industriemineralien ist die Bilanz relativ ausgeglichen.

Tabelle 5.4a, Teil 1: DMI, DMC und PHB in RÄ in Mill. Tonnen, 2000

	Rohstoffe							
	Rohstoffe insgesamt	Energieträger insgesamt	Mineralische Rohstoffe insgesamt	Mineralische Rohstoffe				Biomasse
				Erze	Sonstige mineralische Rohstoffe			
					Sonstige mineralische Rohstoffe insgesamt	Bau-mineralien	Industrie-mineralien	
+ inländische Entnahme	1.202,0	236,5	749,6	0,5	749,2	687,2	62,0	215,9
+ direkte Rohstoffimporte	307,2	199,1	86,0	51,9	34,1	24,6	9,5	22,1
+ indirekte Importe (in RÄ)	2.561,5	425,6	1.882,8	1.624,1	258,7	191,7	67,1	253,0
= DMI in RÄ (ohne Transportaufwand)	4.070,7	861,2	2.718,4	1.676,5	1.042,0	903,5	138,6	491,0
- Exporte in RÄ	1.867,0	323,3	1.389,7	1.141,3	248,4	191,6	56,7	154,0
= DMC in RÄ	2.203,7	537,9	1.328,7	535,2	793,6	711,9	81,9	337,0
PHB = Importe - Exporte	1.001,7	301,4	579,1	534,7	44,4	24,7	19,9	121,1
nachr.: Transportaufwand (Imp)	12,1	12,1						

Tabelle 5.4b, Teil 2: DMI, DMC und PHB in RÄ in Mill. Tonnen, 2005

	Rohstoffe							
	Rohstoffe insgesamt	Energieträger insgesamt	Mineralische Rohstoffe insgesamt	Mineralische Rohstoffe				Biomasse
				Erze	Sonstige mineralische Rohstoffe			
					Sonstige mineralische Rohstoffe insgesamt	Bau-mineralien	Industrie-mineralien	
+ inländische Entnahme	1.076,9	236,6	620,6	0,4	620,2	554,5	65,8	219,7
+ direkte Rohstoffimporte	326,3	230,7	72,6	47,0	25,5	16,2	9,3	23,0
+ indirekte Importe (in RÄ)	2.504,8	435,5	1.829,7	1.611,9	217,8	143,9	74,0	239,6
= DMI in RÄ (ohne Transportaufwand)	3.908,0	902,8	2.522,9	1.659,3	863,5	714,6	149,1	482,3
- Exporte in RÄ	2.044,4	392,2	1.485,7	1.228,4	257,3	183,4	73,9	166,6
= DMC in RÄ	1.863,6	510,6	1.037,2	430,9	606,2	531,2	75,2	315,7
PHB = Importe - Exporte	786,7	274,0	416,6	430,5	-14,0	-23,3	9,4	96,0
nachr.: Transportaufwand (Imp)	14,0	14,0						

5.4 AUSGEWÄHLTE ERGEBNISSE FÜR EINZELNE ROHSTOFFE/ROHSTOFFGRUPPEN

Die bisher dargestellten Ergebnisse bezogen sich weitgehend auf die gesamtwirtschaftlichen Indikatoren DMI, DMC und physische Handelsbilanz. Für eine detailliertere Analyse, die u. a. darauf zielt, die Umweltwirkungen zu erfassen, die mit der Nutzung von Rohstoffen verbunden sind, ist eine Betrachtung auf Ebene einzelner Rohstoffe notwendig. Daher werden die Analysemöglichkeiten anhand von einigen Beispielen gezeigt.

Die Ergebnisse für Bauxit im Jahr 2005 (Tabelle 5.5) zeigen die Bedeutung der Daten in Rohstoffäquivalenten. Im Jahr 2005 wurden 562 Millionen Tonnen Güter importiert (insgesamt, nicht nur Bauxit). In Bauxitäquivalenten ergeben sich daraus 34 Millionen Tonnen direkt und indirekt eingeführtes Bauxit, die fast ausschließlich in eingeführten Produkten enthalten sind. Ganz geringe Mengen (0,1 Mill. Tonnen) von indirekten Bauxitinputs sind darüber hinaus in den importierten Dienstleistungen (CPA-Nr. 40–95) inkorporiert. Der größte Teil der eingeführten Bauxitäquivalente ist in der Gütergruppe „NE-Metalle und Halbzeug daraus“ (CPA-Nr. 27.4) enthalten: Die

8 Millionen Tonnen der direkt importierten Nicht-eisenmetalle und Halbzeuge daraus beinhalten kumuliert 18 Millionen Tonnen Bauxitäquivalente. Die importierten Kraftwagen und Kraftwagenteile (direkter Import 9 Mill. Tonnen) haben einen Bauxit-„Rucksack“ von 2 Mill. Tonnen.

Die Baukiesäquivalente der Importgüter belaufen sich auf 62 Mill. Tonnen, mehr als ein Viertel davon (15 Mill. Tonnen) kommen aus der Einfuhr von Keramik, bearbeiteten Steinen und Erden (CPA-Nr. 26.2–26.8), 12 Mill. Tonnen aus der Gütergruppe Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse (CPA-Nr. 14), weitere 9 Mill. Tonnen sind mit der Einfuhr von NE-Metallen und Halbzeug (CPA-Nr. 27.4) verbunden.

Getreideäquivalente (insgesamt 19 Mill. Tonnen) sind vor allem der Einfuhr von landwirtschaftlichen Erzeugnissen (7 Mill. Tonnen), Nahrungs- und Futtermitteln 9 Mill. Tonnen) sowie Getränken (1 Mill. Tonnen) zuzurechnen.

Tabelle 5.5: Importierte Tonnen und importierte Tonnen in Bauxitäquivalenten, Baukiesäquivalenten und Getreideäquivalenten 2005, Mill. Tonnen

Produktionsbereiche	Importierte Tonnen insgesamt	Importierte Tonnen insgesamt in Bauxitäquivalenten	Importierte Tonnen insgesamt in Baukiesäquivalenten	Importierte Tonnen insgesamt in Getreideäquivalenten
Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd	23	0	1	7
Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und DL	3	0	0	0
Fische und Fischereierzeugnisse	0	0	0	0
Kohle und Torf	35	0	0	0
Erdöl, Erdgas, DL für Erdöl-, Erdgasgewinnung	193	0	0	0
Uran- und Thoriumerze	0	0	0	0
Erze	47	3	0	0
Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	25	0	12	0
Nahrungs- und Futtermittel	27	0	1	9
Getränke	5	0	0	1
Tabakerzeugnisse	0	0	0	0
Textilien	2	0	1	0
Bekleidung	1	0	1	0
Leder und Lederwaren	1	0	0	0
Holz; Holz-, Kork-, Flechtwaren (ohne Möbel)	9	0	0	0
Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton und Pappe	20	0	0	0
Papier-, Karton- und Pappwaren	2	0	0	0
Verlagserzeugnisse	0	0	0	0
Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger	0	0	0	0
Kokereierzeugnisse, Mineralölerzeugnisse, Spalt- und Brutstoffe	44	0	1	0
Pharmazeutische Erzeugnisse	1	0	1	0
Chemische Erzeugnisse (ohne pharmazeutische Erzeugnisse)	40	1	2	0
Gummiwaren	2	0	0	0
Kunststoffwaren	3	0	0	0
Glas und Glaswaren	2	0	0	0
Keramik, bearbeitete Steine und Erden	9	0	15	0
Roheisen, Stahl, Rohre und Halbzeug daraus	31	0	2	0
NE-Metalle und Halbzeug daraus	8	18	9	0
Gießereierzeugnisse	0	0	0	0
Metallerzeugnisse	5	1	1	0
Maschinen	6	1	1	0
Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen	1	0	1	0
Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u. Ä.	3	1	1	0
Nachrtechn., Rundf.- und Fernsehgeräte, elektron. Bauelemente	1	1	1	0
Medizin-, mess-, regelungstechn., optische Erzeugnisse; Uhren	0	0	0	0
Kraftwagen und Kraftwagenteile	9	2	2	0
Sonstige Fahrzeuge (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u. a.)	2	1	1	0
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren u. Ä.	4	0	1	0
Sekundärrohstoffe	0	4	0	0
Elektrizität, Fernwärme, DL der Elektrizitäts- u. Fernwärmeversorgung	0	0	0	0
Gase, DL der Gasversorgung	0	0	0	0
Wasser und DL der Wasserversorgung	0	0	0	0
Vorb. Baustellenarbeiten, Hoch- und Tiefbauarbeiten	0	0	2	0
Bauinstallations- und sonstige Bauarbeiten	0	0	0	0
Handelsleist. mit Kfz; Rep. an Kfz; Tankleistungen	0	0	0	0
Handelsvermittlungs- und Großhandelsleistungen	0	0	0	0

Tabelle 5.5: Importierte Tonnen und importierte Tonnen in Bauxitäquivalenten, Baukiesäquivalenten und Getreideäquivalenten 2005, Mill. Tonnen (Fortsetzung)

Produktionsbereiche	Importierte Tonnen insgesamt	Importierte Tonnen insgesamt in Bauxitäquivalenten	Importierte Tonnen insgesamt in Baukiesäquivalenten	Importierte Tonnen insgesamt in Getreideäquivalenten
Einzelhandelsleistungen; Reparatur an Gebrauchsgütern	0	0	0	0
Beherbergungs- und Gaststätten-DL	0	0	0	0
Eisenbahn-DL	0	0	0	0
Sonst. Landv.leistungen, Transportleistungen in Rohrfernleitungen	0	0	0	0
Schiffahrtsleistungen	0	0	0	0
Luftfahrtleistungen	0	0	0	0
DL bezüglich Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr	0	0	0	0
Nachrichtenübermittlungs-DL	0	0	0	0
DL der Kreditinstitute	0	0	0	0
DL der Versicherungen (ohne Sozialversicherung)	0	0	0	0
DL des Kredit- und Versicherungshilfsgewerbes	0	0	0	0
DL des Grundstücks- und Wohnungswesens	0	0	0	0
DL der Vermietung beweglicher Sachen (ohne Personal)	0	0	0	0
DL der Datenverarbeitung und von Datenbanken	0	0	0	0
Forschungs- und Entwicklungsleistungen	0	0	0	0
Unternehmensbezogene DL	0	0	0	0
DL der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung	0	0	0	0
DL der Sozialversicherung	0	0	0	0
Erziehungs- und Unterrichts-DL	0	0	0	0
DL des Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesens	0	0	0	0
Abwasser-, Abfallbeseitigungs- u. sonst. Entsorgungsleistungen	0	0	0	0
DL von Interessenvertretungen, Kirchen u. Ä.	0	0	0	0
Kultur-, Sport- und Unterhaltungs-DL	0	0	0	0
Sonstige DL	0	0	0	0
DL privater Haushalte	0	0	0	0
Summe	564	33	57	17

In Tabelle 5.6 sind alle Rohstoffe aufgeführt, für die Rohstoffäquivalente ermittelt wurden. Bei den abiotischen Rohstoffen entfielen 2005 auf die Kupfer-/Nickelerze die größte Menge an Rohstoffäquivalenten (840,3 Mill. Tonnen), gefolgt von Eisen- und Manganerzen (450,4 Mill. Tonnen), Erdöl (228,0 Mill. Tonnen) sowie Erdgas (209,0 Mill. Tonnen). Bei den biotischen Rohstoffen waren die größten Mengen von indirekten Flüssen bei Futterpflanzen (110,1 Mill. Tonnen), Holz (64,3 Mill. Tonnen) und Getreide (17,8 Mill. Tonnen) zu verzeichnen.

Bei den mengenmäßig bedeutsamen Rohstoffen ergaben sich gegenüber dem Jahr 2000 deutliche Anstiege z. B. bei einigen Metallerzen (mit leichtem Rückgang bei den Eisen- und Manganerzen), bei Braunkohle, Erdgas und Salzen sowie bei Holz und Handelsgewächsen. Rückgänge waren u. a. bei Bausanden, Baukies und Futterpflanzen feststellbar.

Tabelle 5.6: Importe in RÄ nach Rohstoffarten, 2000 und 2005, in Mill. Tonnen

	2000	2005
Importe in tatsächlichen Tonnen	521,0	561,8
Importe in RÄ insgesamt	2.868,7	2.831,1
Importe in RÄ abiotisch insgesamt	2.593,7	2.568,6
Steinkohle	144,8	147,7
Braunkohle	71,6	78,7
Torf für gärtnerische Zwecke	2,0	1,7
Erdöl (roh) / andere Erdöle	230,5	228,0
Erdgas	169,4	209,0
Grubengas	0,4	0,6
Uran- und Thoriumerze	8,1	2,2
Eisen- und Manganerze	452,3	450,4
Kupfer-/Nickelerze	830,3	840,3
Aluminiumerze (Bauxit)	27,6	34,3
Bleierze	4,4	4,9
Zinkerze	55,2	50,0
Edelmetallerze	78,1	82,5
Andere Erze	228,1	196,5
Natursteine	1,2	0,9
Kalk	72,2	59,7
Gipsstein, Anhydrit; u. Ä.	1,4	1,0
Kreide	0,7	0,8
Dolomit, auch gebrannt	1,1	1,2
Schiefer	0,1	0,0
Kieselsaure Sande und Quarzsande	8,9	7,6
Andere natürliche Sande (ohne metallhaltige Sande) (= Bausand)	43,7	34,1
Feldsteine, sonst. Kies, gebr. Natursteine f. d. Betonbau (= Baukies)	95,2	61,6
Ausbaggerung von Hafenbecken	0,1	0,1
Feuerfester Ton und Lehm, roh	5,0	3,5
Bentonit, Bleich- und Walkerden	1,1	1,0
Kaolin u. a. kaolinhaltiger Ton und Lehm, roh, Ziegelton	6,4	13,5
Chemische Düngemittelminerale	32,4	29,9
Salze	13,7	17,4
Makadam (= Asphaltmischgut)	0,5	0,7
Diamanten und Edelsteine (ohne Industriediamanten)	0,2	0,2
Bimsstein; Schmirgel; natürlicher Korund, natürlicher Granat	0,6	0,6
Natürlicher Graphit; Quarz und Quarzite	1,1	1,6
Naturbitumen u. Naturasphalt; Asphaltgestein, u. Ä.	0,1	0,0
Glimmer	0,0	0,0
Feldspat	0,3	1,3
Kieselgur und verwandte Erden	0,2	0,2
Speckstein	0,5	1,0
Sonstige Steine und Erden	4,2	3,9
Importe in RÄ biotisch insgesamt	275,2	262,7
Hülsenfrüchte	0,6	0,2
Anderes Obst	4,9	3,9
Bananen	2,5	1,5
Fischerei	3,7	3,2

Tabelle 5.6: Importe in RÄ nach Rohstoffarten, 2000 und 2005, in Mill. Tonnen (Fortsetzung)

	2000	2005
Importe in tatsächlichen Tonnen	521,0	561,8
Importe in RÄ insgesamt	2.868,7	2.831,1
Importe in RÄ abiotisch insgesamt	2.593,7	2.568,6
Biomasse Jagdstrecke	0,0	0,0
Futterpflanzen	132,5	110,1
Gemüse	5,0	3,6
Getreide	18,6	17,8
Hackfrüchte	12,8	14,5
Handelsgewächse	13,7	14,3
Holz	51,4	64,3
Rinde	0,3	0,1
Sonstige Biomasse Pflanzen Landwirtschaft	7,1	4,9
Sonstige Forstwirtschaft	2,3	4,5
Stroh für Futter und Einstreu	14,7	16,0
Weinmost	2,2	2,3
Zitrusfrüchte	2,9	1,5

5.5 ENERGIEEINSATZ BEIM TRANSPORT DER IM- UND EXPORTGÜTER

Tabelle 5.7 zeigt die zusammengefassten Ergebnisse des in Abschnitt 3.2 vorgestellten Modells zur Berechnung des Energieeinsatzes beim Transport Außenhandelsgüter. Deutschland verzeichnete im Jahr 2005 mengenmäßig einen Importüberschuss (d. h. es werden mehr Tonnen importiert als exportiert). Hier kommt zum Tragen, dass Güter mit geringem Verarbeitungsgrad (z. B. Rohstoffe) meist in großen Mengen importiert werden, während beim Export hochwertige Güter in kleineren Mengen transportiert werden.

Betrachtet man die Güterbeförderungsleistung, so zeigt sich, dass außerhalb Deutschlands durch den Transport von Im- und Exportgütern fast die Fünffache Güterbeförderungsleistung erbracht wurde (2005: 2.774 Mrd. Tonnenkilometer) wie innerhalb der deutschen Grenzen für den gesamten Güterverkehr (2005: 580 Mrd. Tonnenkilometer⁴⁰).

Der kumulierte Energieverbrauch⁴¹ für den Transport von Im- und Exportgütern betrug im Jahr 2005 935 Petajoule bzw. 20,4 Millionen Tonnen (Tabelle 5.7).

Knapp 70 % (14 Mill. Tonnen) davon sind auf deutsche Importe zurückzuführen, 30 % (6,4 Mill. Tonnen) auf die deutschen Exporte. Entscheidend für diese Relation sind das hohe mengenmäßige Güteraufkommen beim Import sowie die großen Entfernungen, die Importgüter beim Transport zur deutschen Grenze zurücklegen.

Im Vergleich zum gesamten Im- bzw. Export in RÄ oder gar zum DMI entfallen auf den Energieeinsatz beim Transport von Im- und Exportgütern vergleichsweise geringe Anteile.

Betrachtet man die Energieverbräuche einzelner Verkehrsträger, so sind besonders die Seeschifffahrt und der Straßenverkehr zu erwähnen. Beide zusammen sind für rund die Hälfte des Energieverbrauchs für den Gütertransport im Ausland verantwortlich. Der energieintensivste Verkehrsträger ist die Luftfahrt, die verglichen mit der Seeschifffahrt aber eine wesentlich geringere Gütermenge, diese jedoch mit einem relativ hohen Energieaufwand, transportiert.

40 Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Verkehr in Zahlen 2007/2008, verantwortlich für den Inhalt: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), 2007, Abs. B 6.

41 Der kumulierte Energieverbrauch ist die Summe aus direktem und indirektem (d. h. einschließlich der Vorketten) Energieverbrauch.

Tabelle 5.7: Transport der exportierten und importierten Güter außerhalb des Territoriums nach Verkehrsträgern, 2005

Verkehrsträger	transportierte Tonnen	Güterbeförderungsleistung	kumulierter (dir.+ ind.) Energieverbrauch	kumulierter Energieverbrauch
	Mill. Tonnen	Mrd. tkm	Petajoule (10 ¹⁵ Joule)	Mill. Tonnen
Importe				
Insgesamt	599,0	2.045,9	665,4	14,1
Eisenbahnverkehr	40,4	106,4	42,2	1,1
Straßenverkehr	164,1	108,3	103,6	2,6
Binnenschifffahrt	60,4	34,7	16,2	0,4
Seeschifffahrt	183,8	1.491,8	194,3	4,6
Luftverkehr	1,1	6,9	86,2	1,9
Pipeline	149,2	297,8	222,9	3,5
Exporte				
Insgesamt	390,3	728,0	270,2	6,5
Eisenbahnverkehr	45,1	23,5	10,1	0,3
Straßenverkehr	175,0	95,0	90,1	2,3
Binnenschifffahrt	48,5	12,7	6,1	0,2
Seeschifffahrt	106,5	582,8	71,4	1,7
Luftverkehr	1,3	7,4	88,1	1,9
Pipeline	13,9	6,6	4,4	0,1
Zusammen				
Insgesamt	989,3	2.773,9	935,6	20,6
Eisenbahnverkehr	85,5	129,9	52,3	1,4
Straßenverkehr	339,1	203,3	193,7	4,9
Binnenschifffahrt	108,9	47,4	22,3	0,6
Seeschifffahrt	290,3	2.074,6	265,7	6,3
Luftverkehr	2,4	14,3	174,3	3,8
Pipeline	163,1	304,4	227,3	3,6

Der kumulierte Energieverbrauch der transportierten Importgüter außerhalb Deutschlands hat sich im Zeitraum zwischen 2000 und 2005 um 16 % erhöht (vgl.

Tabelle 5.8). Ein besonders hoher Energieverbrauch beim Transport nach Deutschland ist bei Gütern wie Erdöl, Erdgas und Erzen zu verzeichnen.

Tabelle 5.8: Kumulierter Energieverbrauch (in Mill. Tonnen) für den Transport von Importgütern außerhalb des Territoriums nach Gütergruppen

Produktionsbereiche	2000	2005
Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd	0,7	0,8
Forstwirtsch. Erzeugnisse und DL	0,0	0,0
Fische und Fischereierzeugnisse	0,0	0,0
Kohle, Torf	0,7	1,2
Erdöl, Erdgas	3,4	4,1
Erze	1,8	1,4
Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	0,4	0,3
Nahrungs- und Futtermittel, Getränke	0,8	0,9
Tabakerzeugnisse	0,0	0,0
Textilien	0,1	0,1
Bekleidung	0,2	0,2
Leder und Lederwaren	0,1	0,1
Holz, Holzwaren (o. Möbel), Flecht- und Korbwaren	0,2	0,2
Papier, Karton, Pappe u. daraus hergestellte Waren	0,2	0,3
Verlags- u. Druckerz., besp. Ton-, Bild- u. Datenträger	0,0	0,0
Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- und Brutstoffe	0,6	0,6
Chemische Erzeugnisse	0,6	0,7
Gummi- und Kunststoffwaren	0,1	0,1
Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	0,3	0,3
Metalle und Halbzeug daraus	0,5	0,6
Metallerzeugnisse	0,1	0,2
Maschinen	0,2	0,3
Büromasch., Datenverarbeitungsgeräte u. -einricht.	0,1	0,1
Geräte der Elektrizitätserzeugung u. -vertlg. u. ä.	0,1	0,1
Nachrtechn., Rundf.- u. Fernsehger. elektron. Bauelem.	0,1	0,1
Medizin-, meß-, regelungst.-Erz., opt. Erz., Uhren	0,0	0,0
Kraftwagen und Kraftwagenteile	0,4	0,4
Sonstige Fahrzeuge (Schiffe, Luft- u. Raumfz. u. a.)	0,1	0,2
Möbel, Schmuck, Musikinstr., Sportger., Spielw. u. ä.	0,2	0,4
Energie (Elektro, Gas) u. DL d. Energieversorgung	0,0	0,0
Rest (sonst. Halb- und Fertigwaren)	0,0	0,2
Summe	12,0	13,9

5.6 EINSCHÄTZUNG/BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

Allgemeine Einschätzung

Das Konzept der Rohstoffäquivalente wurde bereits im 1999/2000 entwickelten Eurostat-Handbuch zu den Materialflussrechnungen⁴² erwähnt, allerdings ohne dass dort die methodischen Grundlagen ausführlich beschrieben wurden. Seither haben verschiedene Forschungsinstitute⁴³ Berechnungen von Rohstoffäquivalenten oder indirekten Materialflüssen durchgeführt – allerdings teilweise nur für bestimmte Materialarten, etwa die Metalle. Auftrieb erhielten die Arbeiten auf diesem Gebiet durch die verstärkte Aufmerksamkeit für das Thema Ressourcenschonung in den vergangenen Jahren. Auf der ConAccount-Konferenz⁴⁴ im September 2008 in Prag stellten gleich 4 Institutionen ihre Konzepte und erste Ergebnisse vor. Die Darstellung der Materialflüsse in Rohstoffäquivalenten wird als eine wichtige Grundlage für weitere Überlegungen im Hinblick auf die Ermittlung der Umweltwirkungen der Rohstoffnutzung („impacts“) gesehen. Auch der Auftraggeber sieht das Projekt in engem Zusammenhang mit einem an das IFEU vergebenen Projekt zur Ermittlung von Umweltprofilen.

Durch die Möglichkeit des Zugangs zu sehr detailliertem Datenmaterial einerseits und die Kombination von Input-Output-Verfahren und Koeffizienten-Ansatz – auf der Basis von Prozesskettenanalysen – andererseits können die hier ermittelten Ergebnisse ein sehr umfassendes und zugleich differenziertes Bild vermitteln. Die zur Verfügung gestellten Zeitreihen bilden die gesamtwirtschaftliche Situation in Deutschland ab, beziehen also grundsätzlich alle Materialflüsse ein, die auf dem Territorium entnommen werden oder im Rahmen des Außenhandels ein- bzw. ausgeführt werden. Dabei erfolgt eine Differenzierung nach 39 abiotischen und 17 biotischen Rohstoffarten (Tabelle A 3.1) und 71 Produktionsbereichen (Tabelle A 2.5).

Durch die Einführung von (physischen) Materialstromtabellen, die die ersten Verarbeitungsschritte der Rohstoffe und Materialien bis zu den Rohmaterialien oder Halbwaren anhand der tatsächlichen physischen Gegebenheiten berücksichtigen, kann ein gewichtiges Argument gegen die alleinige Verwendung von IOTs entkräftet werden. Die IOTs allein können die Produktionsprozesse und -strukturen nur „im Durchschnitt“ monetär abbilden. 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. Tabelle 3.7 oben hat beispielhaft gezeigt, wie bedeutsam der Schritt der Einführung der Materialstromtabellen für die Ergebnisse ist. Wie erwähnt, werden über 50% der importierten RÄ-Tonnen aus den Materialstromtabellen abgeleitet. Der Rest wird mit Hilfe der Input-Output-Analyse geschätzt. Damit ist an die Qualität der Materialstromtabellen ein hoher Anspruch zu stellen und die Stabilität der in sie einfließenden Koeffizienten besonders wichtig.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass durch Einbeziehung von Koeffizienten für ausgewählte Importgüter (Importkoeffizienten) berücksichtigt wird, dass die deutsche IOT (und die d. h. nter liegenden Gütermatrizen) lediglich die inländischen Produktionsstrukturen abbilden und dass diese damit um Besonderheiten von nur im Ausland produzierten oder dort mit stark abweichenden Produktionsprozessen hergestellten Gütern korrigiert werden. Dies ist eine gravierende Verbesserung gegenüber einem Verfahren, das allein auf der Basis einer IOT arbeitet.

Vergleicht man das hier vorgestellte Verfahren dagegen mit der Methode der Prozesskettenanalysen (PKA), die jeweils einzelne (ausgewählte) Produkte sehr detailliert betrachten, ist im hier präsentierten

42 Eurostat: Economy-wide material flow accounts and derived indicators – A methodological guide, edition 2000, Luxemburg 2001, S. 23 f.

43 Schütz, Helmut u. Bringezu, Stefan: Ressourcenverbrauch von Deutschland – aktuelle Kennzahlen und Begriffsbestimmungen, Umweltbundesamt Texte 02/08, Dessau 2008. Siehe auch <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3426.pdf>,

EEFA GmbH: Rohstoffeinsatz in hochindustrialisierten Volkswirtschaften – ein strukturprägender Faktor, Forschungsvorhaben im Auftrag des Gesamtverbandes des deutschen Steinkohlenbergbaus, Münster, Berlin 2005.

44 ConAccount ist ein internationales Netzwerk von Institutionen und Personen, die auf dem Gebiet der Materialflussrechnungen arbeiten.

Rohstoffäquivalent-Ansatz eine Aufsummierung über alle Rohstoffe und die gesamten wirtschaftlichen Aktivitäten (Produktion und Konsum) möglich. Somit sind die hier vorgelegten Ergebnisse sowohl für gesamtwirtschaftliche Produktivitätsbetrachtungen als auch für Analysen auf der Ebene der Rohstoffe (z.B. Bilanzierungen bestimmter Metalle) geeignet. Dagegen ist die Prozesskettenanalyse auf der Ebene einzelner Produkte oder Rohstoffe deutlich im Vorteil, wenn es um Materialien mit geringer Mengenrelevanz (und möglicherweise hohem Belastungspotenzial, z.B. Gold) geht.

Ein weiterer Vorteil des hier vorgestellten Konzeptes gegenüber dem PKA-Ansatz ist, dass es in der Lage ist, die Inputs anteilig unterschiedlichen Outputs aus verbundenen Produktionsprozessen zuzurechnen. Als Beispiel seien die Eisenproduktion genannt, die zugleich (weiter benutzte) Schlacken erzeugt, oder die Viehwirtschaft, bei der Fleisch, Milch und evtl. auch Felle/Leder produziert werden.

Die Ergebnisdarstellung unter Punkt 5.1 und 5.2 zeigt beide Indikatoren, den DMI-RÄ (direkter Materialinput) und den DMC-RÄ (inländischer Materialverbrauch). Welcher Indikator ist für welche Fragestellung der Geeignete? DMI und DMC messen unterschiedliche Sachverhalte. Während der DMI das gesamte Aufkommen bzw. die gesamte Verwendung von Primärmaterial (und zwar aus der Sicht der untersuchten Volkswirtschaft) betrachtet, ist der DMC darauf ausgerichtet, den Primärmaterialverbrauch der letzten inländischen Verwendung abzubilden. Er beschreibt damit den Verbleib von Rohstoffen im Inland. In Ursprungswerten ist eine Darstellung des DMC differenziert nach Materialarten problematisch, da aus der Sicht der untersuchten Volkswirtschaft Primärmaterial mit Sekundärmaterial saldiert wird. Betrachtet man dagegen den DMC in Rohstoffäquivalenten, ist eine Darstellung auf der Ebene der Rohstoffe möglich und methodisch sinnvoll.

Für Ländervergleiche ist der DMC der geeignetere Indikator, da er auf den *inländischen Verbrauch* abzielt – unabhängig von der spezifischen Situation des Landes etwa im Hinblick auf eigene Rohstoffvorkommen. Rohstoffreiche Länder können beispielsweise einen hohen DMI haben (z.B. wegen hoher inländischer Rohstoffentnahmen), ohne dass

dies auch für den DMC gelten muss (bei gleichzeitig hohem Export von Rohstoffen). Die Verantwortung für den Rohstoffeinsatz wird damit jeweils den Ländern zugerechnet, die die hergestellten Güter konsumieren.

Beim DMI wird dagegen die Verantwortung auf die *Produktion* des jeweiligen Landes bezogen. Daher ist der DMI die geeignete Bezugsgröße, um die Rohstoffproduktivität zu ermitteln. Sie wird berechnet als Relation zwischen dem wirtschaftlichen Output (BIP) und den eingesetzten Materialien, wobei der Output auch die Waren und Dienstleistungen, die für den Export bestimmt sind, enthält. Wirtschaftliche Bezugsgröße und Abgrenzung des Materialeinsatzes müssen konzeptionell zusammenpassen.

Für Deutschland insgesamt liegen nach unserer Kenntnis bislang lediglich vom Wuppertal-Instituts (WI) Ergebnisse zu den indirekten Materialflüssen vor⁴⁵. Dabei ermittelt das WI die indirekten Materialflüsse unter Verwendung einer eigenen Koeffizienten-Datenbank auf der Basis des MIPS (Material Input per Service Unit) – Konzeptes. Ein Vergleich der hier präsentierten Ergebnisse mit den Berechnungen des WI ist aber nicht möglich, da dort – anders als im vorliegenden Projekt – die nicht-verwertete Entnahme und die Erosion einbezogen sind und die nicht-verwerteten Flüsse für Im- und Exporte nicht von den verwerteten indirekten Flüssen zu trennen sind.

Qualität der Ergebnisse

Wie bereits erläutert, basiert das vorliegende Berechnungsverfahren auf sehr detailliertem Datenmaterial aus der amtlichen Statistik. Darüber hinaus wurden eine Reihe weitere Datenquellen benutzt (BGR, Verbände usw., vgl. Kapitel 4.2), die z.T. nur in größeren Zeitabständen aktualisiert werden. Dies gilt u. a. für die vom IFEU zur Verfügung gestellten Koeffizienten. Sie beruhen im Wesentlichen auf der Datenbank Ecoinvent und eigenen Datenbanken des IFEU. Für die vorliegenden Berechnungen für die Jahre 2000 bis 2005 wurden jeweils die gleichen Importkoeffizienten verwendet. Das scheint für diesen Zeitraum vertretbar, es ist jedoch notwendig, bei Fortführung der Berechnungen die Koeffizienten in mehrjährigen

45 Schütz, Helmut u. Bringezu, Stefan: Ressourcenverbrauch von Deutschland – aktuelle Kennzahlen und Begriffsbestimmungen, Umweltbundesamt Texte 02/08, Dessau 2008. Siehe auch <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3426.pdf>,

EEFA GmbH: Rohstoffeinsatz in hochindustrialisierten Volkswirtschaften – ein strukturprägender Faktor, Forschungsvorhaben im Auftrag des Gesamtverbandes des deutschen Steinkohlenbergbaus, Münster, Berlin 2005.

Abständen zu überprüfen. Nur so kann sichergestellt werden, dass Veränderungen in den Produktionsprozessen, wie die Einführung neuer Produktionstechniken, effizienterer Energieeinsatz etc., adäquat in den Berechnungen abgebildet werden.

Von Bedeutung für die Ergebnisse ist auch die Qualität der IOTs und der Gütermatrizen, die im Rahmen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen erstellt werden. Zu den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen – und damit auch den Input-Output-Tabellen – gibt es im Internet-Angebot des Statistischen Bundesamtes einen Qualitätsbericht (www.destatis.de). Die zugrunde liegenden Gütermatrizen werden – wie bereits erwähnt – in der amtlichen Statistik als Basisinformation bzw. Hilfstool für die Erstellung der Input-Output-Tabellen genutzt und sind insoweit weniger belastbar als Input-Output-Tabellen. Gleichwohl wird die Qualität der Ergebnisse durch die Nutzung differenzierterer Informationen deutlich verbessert.

Bei der oben beschriebenen Methode zur Berechnung von Rohstoffäquivalenten wird mit einer Reihe von Annahmen gearbeitet. Eine der wichtigsten ist die Benutzung identischer Rohstoffintensitäten (ausgedrückt in Tonnen je Euro) für die inländischen und die importierten Güter. Das bedeutet faktisch, dass unterstellt wird, die Preise sowohl für inländische als auch für importierte Produkte seien identisch. Diese Annahme entspricht nicht der Realität, jedoch bietet sich im vorliegenden Projekt keine andere Lösung an.

Eine weitere Annahme, die sich hinter der Verwendung der deutschen IOT für die Berechnungen verbirgt, ist, dass Produktionstechnologien und Produktionsstrukturen in Deutschland denen der Handelspartnerländer entsprechen. Auch dies entspricht nicht den realen Gegebenheiten. Alternativ müssten die jeweiligen ausländischen IOTs für die Berechnungen verwendet werden. Diese Variante konnte im vorliegenden Projekt wegen des hohen Aufwandes nicht realisiert werden, sie wird jedoch als eine Möglichkeit der Weiterentwicklung vorgeschlagen und in Kapitel 6.1 kurz erläutert.

Spezielle Hinweise zur Aussagekraft der Ergebnisse

- Die Daten zu Rohstoffäquivalenten werden in Entnahmemengen, für Metalle sind das sogenannte „Run of Mine“-Mengen, dargestellt. Das entspricht dem Vorgehen bei der inländischen Entnahme. Run of Mine (RoM)-Erz ist die Bergwerksförderung, die von dem Bergwerk in die Aufbereitung oder den Verkauf geht. Sie beinhaltet neben dem eigentlichen Erz auch die Verdünnung mit taubem Gestein.⁴⁶
- Für die Gruppe der Edelmetalle werden nur zusammengefasste Ergebnisse in Rohstoffäquivalenten ausgewiesen. Für die einzelnen Edelmetalle (Gold, Silber, Platin) stehen nur unzureichende Informationen über den Metallinhalt der importierten Abfälle und Schrott zur Verfügung. Daher wurden die Materialstromtabellen für Gold, Silber und Platin nicht in die Berechnungen integriert, sondern lediglich eine Input-Output-Analyse ohne Ergänzung durchgeführt. Nach einer ersten Einschätzung für das Jahr 2005 unter Berücksichtigung der einzelnen Materialstromtabellen für Gold, Silber und Platin würde sich das Ergebnis für (direkt und indirekt) importierte Edelmetalle verdoppeln (von 0,083 auf 0,147 Mrd. Tonnen).
- Ebenso wurde für die Gruppe „andere Erze“ (z. B. Titan, Tantal) eine aggregierte Berechnung auf der Basis einer Input-Output-Analyse ohne Ergänzungen durchgeführt.
- Bei den biotischen Rohstoffen ist nach dem Konzept der Materialflussrechnungen grundsätzlich auch das von den Tieren aus dem Grünland direkt aufgenommene Futter einzubeziehen. Gemäß den Vorgaben aus dem Handbuch zu den Materialflussrechnungen von Eurostat sind diese Mengen mit ihrem so genannten Heugewicht als biotische Entnahme zu erfassen, das bei rund 15% der Frischmasse liegt. Entsprechend wird auch hier verfahren. Auf der Basis der Koeffizienten, die sich auf das Frischgewicht beziehen, werden die Mengen im üblichen Berechnungsverfahren ermittelt und dann in Heu-

⁴⁶ Taubes Gestein: Ein Nebengestein (befindet sich also im Liegenden oder Hangenden des Erzganges), das kein Erz ist, bzw. kein Wertmineral enthält und das – eventuell durch Nachfall – zur Verdünnung des Erzes beiträgt bzw. durch die Auffahrung von Bergstrecken (das sind Hohlräume, die im Nebengestein aufgefahren werden) in den Förderstrom des Erzes gerät und zur Aufbereitung außerhalb des Bergwerkes gelangt. (E-Mail-Auskunft der BGR)

- werte umgerechnet. Das Rohstoffäquivalent (Importe) von Grünland entspricht damit ca. 110 Mill. Tonnen im Jahr 2005. Das entspricht einem Anteil von ca. 42% an den gesamten biotischen Importen in Rohstoffäquivalenten (ca. 263 Mill. Tonnen). In Frischmasse läge das Rohstoffäquivalent von Grünland bei rund 734 Mill. Tonnen.
- Ein weiterer bedeutsamer Teil der biotischen Rohstoffe ist das Holz. Wie unter Abschnitt 3.1.1, Schritt 1 erläutert, werden die Holzäquivalente in trockenem Holz (nicht waldfrisch) berechnet, analog zu den Angaben des Materialkontos der UGR und analog der Vorgehensweise beim Grünland. Das Rohstoffäquivalent (Importe) von Holz entspricht damit ca. 64 Mill. Tonnen im Jahr 2005. Das entspricht einem Anteil von ca. 25% an den gesamten biotischen Importen in Rohstoffäquivalenten. Berechnet als waldfrisches Holz läge das Rohstoffäquivalent bei rund 100 Mill. Tonnen.
 - Die Materialeinsätze für Investitionsgüter (Produktionsanlagen, Fahrzeuge u. Ä.), die zur Herstellung der importierten Waren benutzt wurden, sind in den Angaben zu Rohstoffäquivalenten nur teilweise enthalten. Für eine vollständige Erfassung wären detailliertere Untersuchungen notwendig, die im Rahmen des vorliegenden Projektes nicht realisierbar waren.
 - Wie unter 5.1 erläutert, haben die Projektergebnisse gezeigt, dass der Energieeinsatz für den Transport der Außenhandelsgüter nur einen sehr geringen Anteil am DMI-RÄ hat. Hinzu kommt, dass die in der vorgestellten Rechnung (Kapitel 3.2) ermittelten Angaben zu einem Teil bereits in der IO-Rechnung erfasst sind und damit Doppelzählungen enthalten. Die Ergebnisse zum Transport sind d.h.r nicht in den Gesamtergebnissen in Rohstoffäquivalenten enthalten. Es wird vorgeschlagen, dieses Rechenmodul lediglich für spezielle verkehrsbezogenen Fragestellungen fortzuführen (vgl. z. B. UGR-Pressekonferenz 2007⁴⁷).
 - Das Recycling von Schrott und Abfall ist vor allem bei den Metallen von besonderer Bedeutung. Der Einsatz von sekundären Rohstoffen führt dazu, dass primäre Rohstoffe eingespart werden. Insofern war im Rahmen der Konzeptentwicklung zu diskutieren, in welcher Weise dies in die Berechnungen einfließt. Während die Ein- und Ausfuhr von Schrott in den Materialflussrechnungen verbucht werden, gilt der inländische Schrotteinsatz nach den Konzepten der Materialflussrechnungen nicht als Rohstoffentnahme. Im Rahmen des Projektes wird für die Einfuhren von Metallschrott ein Rohstoffäquivalent berechnet – und zwar in RoM unter der Annahme, dass ausschließlich Primärrohstoffe, aber keine Sekundärrohstoffe eingesetzt wurden. Da der eingeführte Schrott in der Regel nicht reines Metall umfasst, wird – basierend auf Internetrecherchen – ein durchschnittlicher Metallgehalt unterstellt. Im Inland angefallener und eingesetzter Schrott erhält kein Rohstoffäquivalent, um Doppelzählungen zu vermeiden (der Rohstoffeinsatz wurde in einer früheren Periode – bei der Herstellung des Primärstahls beispielsweise – bereits erfasst). Für exportierten Schrott ergibt sich ein Rohstoffäquivalent nur für den Teil, der zuvor importiert wurde.
 - Ebenso wie bei Altmetallen wurden die Ströme von Altpapier und Altholz in die Berechnungen integriert. Allerdings fehlt bislang die Berücksichtigung von anderen Recycling-Stoffen wie Glas, Kunststoffen o. Ä.
 - Beim Import von Strom wurde der Energiemix der wichtigsten Partnerländer, aus denen Deutschland Strom bezieht, berücksichtigt und in die Berechnung der Rohstoffäquivalente einbezogen. Hier sind also nicht die inländischen Verhältnisse zugrunde gelegt.

47 Statistisches Bundesamt: Umweltökonomische Aspekte der Globalisierung, Pressekonferenz zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen am 13.11.2007.

6. WEITERENTWICKLUNGSMÖGLICHKEITEN

Im Verlauf der Projektarbeiten wurde an einigen Stellen deutlich, dass noch Verbesserungen, Verfeinerungen oder Erweiterungen der Berechnungen möglich sind, die aber im Rahmen des vorliegenden Projekts wegen des hohen Aufwandes nicht umgesetzt wer-

den konnten. Über die Umsetzung der im Folgenden dargestellten Vorschläge wird erst nach Abschluss des geplanten breiten Diskussionsprozesses (vgl. Kapitel 7.) entschieden.

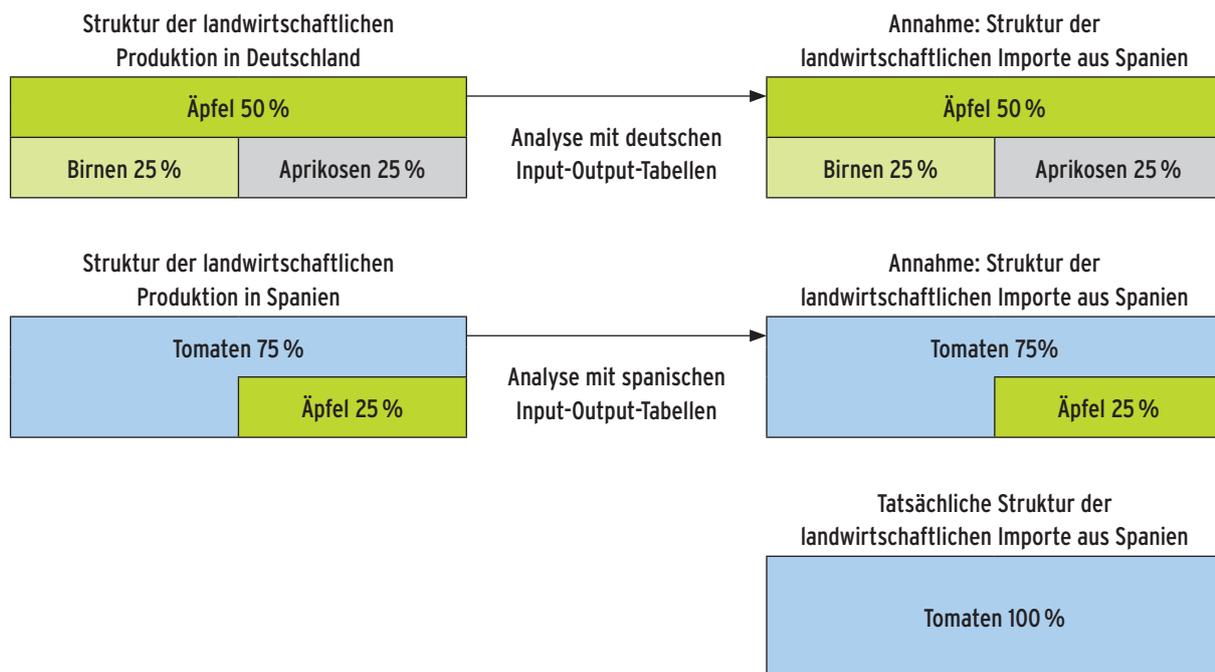
6.1 EINBEZIEHUNG AUSLÄNDISCHER INPUT-OUTPUT-TABELLEN

Die bedeutsamste Weiterentwicklungsmöglichkeit ist die Einbeziehung ausländischer Input-Output-Tabellen⁴⁸. Der Hauptvorteil der Verwendung von ausländischen Input-Output-Tabellen für die Berechnung von Rohstoffäquivalenten besteht darin, dass damit die von den deutschen Verhältnissen abweichenden Produktionstechnologien und Produktionsstrukturen in den jeweiligen Partnerländern Berücksichtigung finden. Dies gilt insbesondere für Industrien, die in Deutschland nur noch von geringer Bedeutung sind, die also in der deutschen Input-Output-Tabelle oder Gütermatrix nicht (mehr) repräsentativ abgebildet werden (z. B. Textil- oder Lederindustrie), während vermutlich gerade diese Güter in besonderem Maß importiert werden. (Dies gilt auch umgekehrt für Produkte, die in Deutschland von besonders großer Bedeutung sind.) Gleichwohl ist darauf hinzuweisen, dass die Einbeziehung der Vorleistungen der Importgüter damit nicht abgedeckt ist.

Mit Hilfe ausländischer Input-Output-Tabellen könnten repräsentativere Rohstoffintensitäten (siehe Kapitel 3.1) geschätzt werden, die nicht nur unterschiedliche Herstellungsprozesse, sondern auch unterschiedliche Produktionsstrukturen besser abbilden. Schaubild 6.1 zeigt ein stark vereinfachtes Beispiel. Beim derzeitigen Verfahren wird unterstellt, die Struktur der landwirtschaftlichen Importe aus Spanien entspräche der Struktur der landwirtschaftlichen Produktion in Deutschland. Benutzt man dagegen die spanische Input-Output-Tabelle, wird angenommen, dass die Importe aus Spanien in ihrer Struktur der spanischen landwirtschaftlichen Produktion entsprechen. Beides entspricht nicht der Realität, aber es kann davon ausgegangen werden, dass die verwendeten Rohstoffintensitäten im zweiten Fall der Realität näher kommen als im ersten.

48 Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW): Forschungsvorhaben im Auftrag des Statistischen Bundesamtes „Möglichkeiten der Erfassung länderübergreifender Materialströme mit Hilfe von internationalen Input-Output-Verflechtungen“, Berlin 1996.

Schaubild 6.1: Vergleich von Produktionsstrukturen (Beispiel)



Die Nutzung ausländischer IOTs dürfte also zu einer weiteren Verbesserung der Ergebnisqualität führen. Da dies mit erheblichem Arbeitsaufwand verbunden wäre und zudem nicht in allen Ländern aktuelle Input-Output-Tabellen vorliegen, wäre es denkbar, sich auf die wichtigsten Handelspartnerländer zu beschränken. Gleichwohl sind die vorhandenen ausländischen Input-Output-Tabellen von unterschiedlicher Qualität und Struktur. Beispielsweise ist die Anzahl der Produktionsbereiche häufig geringer

(max. 60 Produktionsbereiche) als in Deutschland (71 Produktionsbereiche). Weiter fehlen auch Informationen zu den Importen aus Drittländern in die jeweiligen Importländer. Diese Informationen wären besonders wichtig, da sie das Rechenverfahren weiter verbessern würden. Möglicherweise könnte auch eine Zusammenarbeit mit Forschungsinstitutionen, die auf dem Gebiet der multiregionalen IO-Analyse tätig sind, ins Auge gefasst werden⁴⁹.

6.2 ANALYSE DER SEKUNDÄRROHSTOFFE

Das oben erwähnte Vorgehen bei den metallischen Sekundärrohstoffen ist im Rahmen der bestehenden Systemgrenzen korrekt, für bestimmte Fragestellungen aber unbefriedigend. Für die Zukunft ist d. h. r zu prüfen, ob sekundäre Rohstoffe als eigene Kategorie ergänzend berechnet und dargestellt werden sollten. Damit würde sich die Möglichkeit eröffnen,

die Einspareffekte durch die Nutzung sekundärer Rohstoffe abzuschätzen. Hier wären ggf. auch die Importkoeffizienten im Hinblick auf den (durchschnittlichen) Schrotteinsatz in der übrigen Welt anzupassen. Entsprechende Überlegungen sind auch für andere bedeutsame Recyclingstoffe (Kunststoff, Glas, etc.) notwendig.

⁴⁹ Siehe z. B. die Projekte Exiopol und GRAM – beide durchgeführt im Auftrag der EU-Kommission.

6.3 ERWEITERUNG UM DIE NICHT-VERWERTETE ENTNAHME

Gelegentlich wird argumentiert, dass statt der Indikatoren DMI oder DMC die TMR- oder TMC-Indikatoren⁵⁰ die aussagekräftigeren sind. TMR und TMC beinhalten über den DMI/DMC in RÄ hinaus zusätzliche Informationen zur nichtverwerteten Entnahme (z. B. Abraum, Bergematerial) und zur Erosion. Beispielsweise haben Metallerze durch die Berücksichtigung von Abraum eine noch höhere Massenintensität. Für bestimmte Fragestellungen ist es durchaus sinnvoll, die nichtverwertete Entnahme einzubeziehen, so z. B. für Fragestellungen nach Flächeninanspruchnahme oder Landschaftsveränderungen durch die Entnahme und Ablagerung von Abraum und Bergematerial. Zugleich ist die Datenqualität für die nichtverwertete Entnahme international vergleichsweise unbefriedigend. (Für Deutschland liegen

solide Schätzungen vor, die bereits seit Jahren in der Berichterstattung zu den Materialflussrechnungen zur Verfügung gestellt werden – mit Ausnahme von Angaben zur Erosion.)

Es wird d. h. r vorgeschlagen, zunächst die Berechnung der Größen DMI-RÄ und DMC-RÄ zu verbessern und mittelfristig daran zu arbeiten, dass sich die Datensituation im Hinblick auf die nichtverwertete Entnahme international verbessert, um dann das Berichtssystem Schritt für Schritt zu erweitern. Dabei sollte die Berichterstattung so gestaltet sein, dass sowohl die Indikatoren einschl. der nicht-verwerteten Entnahme (TMR, TMC) als auch ohne diese (DMI, DMC) dargestellt werden können.

6.4 SONSTIGES VERBESSERUNGSPOTENTIAL

Im Bereich der Energierohstoffe sind im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen weitere Arbeiten geplant. Insbesondere sind die hier ermit-

telten Ergebnisse mit denen des Energiemoduls der UGR in beide Richtungen abzustimmen, um somit die Berechnungen zu ergänzen und zu verbessern.

⁵⁰ TMR – Total Material Requirement; TMC – Total Material Consumption.

7. AUSBLICK

Die hier vorgelegten Konzepte und Ergebnisse, mögliche Schlussfolgerungen sowie Anwendungsmöglichkeiten werden gemeinsam mit den Ergebnissen eines vom IFEU im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführten Projekts⁵¹ vom Herbst 2009 bis Frühjahr 2010 im Rahmen mehrerer Veranstaltungen beim Umweltbundesamt diskutiert.

Das Statistische Bundesamt beabsichtigt, danach die Berechnungen zu den Rohstoffäquivalenten in regelmäßigem Turnus zu aktualisieren.

Neben detaillierten Analysen von direktem und indirektem Rohstoffeinsatz sind zwei zentrale Nutzungsmöglichkeiten für den neuen DMI-RÄ zu diskutieren: 1. Ersatz oder Ergänzung des Rohstoffindikators der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung im Hinblick auf die Rohstoffäquivalente einerseits und die biotischen Materialien andererseits sowie 2. Einsatz als Basis für einen ökologisch richtungssicheren Rohstoffindikator oder ein Indikatorenset. Entscheidungen hierzu können unseres Erachtens nicht allein aus der wissenschaftlichen Argumentation heraus getroffen werden, sondern müssen von der Politik auf Basis der angestrebten Ziele getroffen werden.

Wie eingangs erwähnt, ist der Indikator „Rohstoffproduktivität“ einer der Indikatoren zur Berichterstattung über die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung. Nach der derzeitigen Definition drückt der Indikator aus, welche Menge abiotischen Primärmaterials (in Tonnen) eingesetzt wurde, um eine Einheit Bruttoinlandsprodukt (in Mrd. Euro, preisbereinigt) zu erwirtschaften. Zum abiotischen Primärmaterial zählen dabei die im Inland entnommenen Rohstoffe – ohne land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse – und alle importierten abiotischen Materialien (Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren). Durch die vorliegenden Berechnungen in Rohstoffäquivalenten, die sowohl den direkten wie den indirekten Rohstoffeinsatz der Volkswirtschaft umfassen, kann die Aussagefähigkeit dieses Indikators deutlich verbessert werden. Insbesondere bildet die Darstellung in Rohstoffäquivalenten eine deutlich verbesserte Grundlage, um zu ermitteln, in welchem Umfang vom Materialbedarf der deutschen Wirtschaft Belastungen im In- und Ausland ausgehen. Mit der zuneh-

menden Deckung des Materialbedarfs der deutschen Wirtschaft durch Importe findet zumindest teilweise auch eine Verlagerung von Umweltbelastungen ins Ausland statt. Hinsichtlich der Verlagerung von Umweltbelastungen muss sich jedoch eine genauere Analyse anschließen. Durch die Bilanzierung von Im- und Exporten in Rohstoffäquivalenten wird zudem deutlich, welcher Teil davon auf die Nachfrage aus dem Inland einerseits und aus dem Ausland andererseits zurückzuführen ist.

Der derzeitige Rohstoffindikator umfasst nur die abiotischen Materialien, nicht die biotischen. Letztere waren bei der Formulierung der Indikatoren bewusst nicht einbezogen worden, da die Effizienz im Umgang mit nicht-erneuerbaren Rohstoffen im Vordergrund stand. Gleichwohl lagen Daten zur biotischen Entnahme sowie zur biotischen Einfuhr bereits vor und es konnten demzufolge auch Berechnungen von Rohstoffäquivalenten für diese Materialien durchgeführt werden. Insofern ist damit die Basis gegeben, die biotischen Materialien näher zu analysieren und diese u.U. in den Rohstoffindikator einzubeziehen – wie gelegentlich gefordert.

Die Indikatoren für die Nachhaltigkeitsberichterstattung – wie auch die dort formulierten Ziele – wurden von der Bundesregierung festgelegt. Ebenso sind Änderungen der Indikatoren auf der Basis einer breiten öffentlichen Diskussion im Sommer 2008 von der Bundesregierung beschlossen worden. Dies gilt selbstverständlich auch für zukünftige Änderungen. Demzufolge müsste sich an den Diskussionsprozess auf der fachlichen Ebene eine politischer Entscheidungsprozess anschließen, der unter Umständen auch eine Neufestlegung des angestrebten Ziels der Bundesregierung im Hinblick auf die Ressourcennutzung beinhalten könnte. Ein Produktivitätsmaß, das auf dem DMI in Rohstoffäquivalenten beruht, könnte dann im nächsten Fortschrittsbericht⁵² zur Nachhaltigkeitsstrategie oder bereits im Indikatorenbericht 2010 einbezogen werden.

Der Übergang vom DMI in tatsächlichen Tonnen zu einem DMI in Rohstoffäquivalenten ist ein erster wesentlicher Schritt auf dem Weg zu einem ökologisch richtungssicheren Rohstoffindikator, also zu einer Verknüpfung zwischen dem Materialbedarf

51 „Indikatoren/Kennzahlen für den Rohstoffverbrauch im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion“ (FKZ 205 93 368)

52 Die Fortschrittsberichte der Bundesregierung zur Nachhaltigkeitsstrategie werden alle 4 Jahre veröffentlicht (zuletzt 2008), der Indikatorenbericht erscheint 2-jährlich, einmal als Teil des Fortschrittsberichts und jeweils in den Zwischenjahren.

und den durch ihn global ausgelösten Umweltwirkungen. Diese Fragestellung hat auf nationaler und internationaler Ebene in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen (Stichwort international: „Impact indicator“). Auf nationaler Ebene wird dem durch die Zusammenführung dieses Projekts mit dem oben erwähnten IFEU-Projekt Rechnung getragen, auf internationaler, insbesondere EU-Ebene wird die Thematik in verschiedenen Gremien (z. B. Working Group on Sustainable Development Indicators, Task Force on Impacts of Material Flows) diskutiert und ist in entsprechenden Forschungsprojekten auf den Weg gebracht worden oder geplant. U.E. bildet das hier vorgelegte Konzept das methodisch adäquate Mengengerüst für einen solchen Indikator, da er – anders als die Prozessketten-Ansätze – ein Gesamtbild des Rohstoffeinsatzes einer Volkswirtschaft zeichnet.

Die Diskussion um die Verknüpfung eines erweiterten Rohstoffindikators in Äquivalenten mit den Umweltwirkungen ist zudem in engem Zusammenhang mit den übrigen UGR-Analysen zu sehen. So stellen diese beispielsweise Daten zur Verfügung, die

den Energiebedarfs sowie ausgewählte Treibhausgasemissionen (CO₂, CH₄ und N₂O) nicht nur direkt (im Inland), sondern auch indirekt, also über die Importe von Waren und Dienstleistungen, zeigen.

Für die Umsetzung des vorgelegten Rechenwerks ist das Vorhandensein einer Input-Output-Tabelle von grundlegender Bedeutung. Dies gilt auch hinsichtlich der Überlegung inwieweit das Konzept auf andere Ebenen, etwa die Bundesländer oder die EU übertragen werden kann. Für die Bundesländer gibt es derzeit keine Input-Output-Tabellen oder Gütermatrizen. Eine direkte Implementierung scheint d. h. r eher schwierig. Hilfsweise könnte überlegt werden, die Bundesergebnisse mit Hilfe eines Top-Down-Ansatzes auf die Bundesländer zu verteilen und ein gesondertes Vorgehen hinsichtlich der Materialflüsse zwischen den Bundesländern zu entwickeln. Für die meisten Länder der Europäischen Union stehen mittlerweile Input-Output-Tabellen zur Verfügung. Für die EU insgesamt wird derzeit daran gearbeitet, eine Gesamt IOT zu erstellen (Projekt Exiopol), so dass eine Umsetzung auf dieser Ebene in absehbarer Zeit machbar erscheint.

ANHANG

1. Ergebnistabellen

2. Ausgewählte Übersichten aus dem IFEU-Koeffizientenprojekt

3. Güterlisten

4. Exkurs 1: Input-Output-Analyse

5. Exkurs 2: Klassifikationen

ANHANG 1: ERGEBNISTABELLEN

Tabelle A.1.1: Zusammenrechnung der Indikatoren. DMI, DMC, PHB in Mill. Tonnen, 2000

	Rohstoffe insgesamt	Energieträger							Mineralische Rohstoffe insgesamt	Erze				
		Energieträger insgesamt	Steinkohle	Braunkohle	Erdöl	Erdgas und Erdölgas	Sonstige Energieträger	Erze insgesamt		Nichteisenerze				
										Eisenerze	Nicht-eisenerze insgesamt	Aluminiumerze	Kupfererze	
+ inländische Entnahme	1.202,0	236,5	49,9	167,7	3,1	15,7	0,1	749,6	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	
+ direkte Rohstoffimporte	307,2	199,1	29,3	2,0	103,6	64,3	0,0	86,0	51,9	47,5	4,3	2,2	0,7	
+ indirekte Importe (in RÄ)	2.561,5	425,6	115,5	69,6	127,0	105,1	8,5	1.882,8	1.624,1	404,8	1.219,3	25,4	829,6	
= DMI in RÄ (ohne Transportaufwand)	4.070,7	861,2	194,7	239,3	233,7	185,1	8,6	2.718,4	1.676,5	452,8	1.223,6	27,6	830,3	
- Exporte in RÄ	1.867,0	323,3	86,8	72,3	78,4	82,0	3,8	1.389,7	1.141,3	286,2	855,1	19,0	590,0	
= DMC in RÄ	2.203,7	537,9	107,9	167,0	155,3	103,1	4,7	1.328,7	535,2	166,6	368,5	8,6	240,3	
PHB = Importe - Exporte	1.001,7	301,4	58,0	-0,8	152,2	87,4	4,7	579,1	534,7	166,1	368,5	8,6	240,3	
nachr.: Transportaufwand (Imp)	12,1	12,1	0,4	0,5	9,4	1,8								

Tabelle A.1.2: Zusammenrechnung der Indikatoren. DMI, DMC, PHB in Mill. Tonnen, 2005

	Rohstoffe insgesamt	Energieträger							Mineralische Rohstoffe insgesamt	Erze				
		Energieträger insgesamt	Steinkohle	Braunkohle	Erdöl	Erdgas und Erdölgas	Sonstige Energieträger	Erze insgesamt		Nichteisenerze				
										Eisenerze	Nicht-eisenerze insgesamt	Aluminiumerze	Kupfererze	
+ inländische Entnahme	1.076,9	236,6	40,9	177,9	3,6	13,8	0,4	620,6	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	
+ direkte Rohstoffimporte	326,3	230,7	40,0	0,1	112,3	78,3	0,0	72,6	47,0	42,0	5,1	2,5	1,1	
+ indirekte Importe (in RÄ)	2.504,8	435,5	107,7	78,6	115,7	130,7	2,8	1.829,7	1.611,9	408,4	1.203,5	31,9	839,2	
= DMI in RÄ (ohne Transportaufwand)	3.908,0	902,8	188,6	256,6	231,6	222,8	3,2	2.522,9	1.659,3	450,8	1.208,6	34,4	840,3	
- Exporte in RÄ	2.044,4	392,2	93,7	99,3	87,9	109,8	1,5	1.485,7	1.228,4	319,1	909,3	25,7	634,9	
= DMC in RÄ	1.863,6	510,6	94,9	157,3	143,7	113,0	1,7	1.037,2	430,9	131,7	299,3	8,7	205,4	
PHB = Importe - Exporte	786,7	274,0	54,0	-20,6	140,1	99,2	1,3	416,6	430,5	131,3	299,3	8,7	205,4	
nachr.: Transportaufwand (Imp)	14,0	14,0	0,3	0,4	10,6	2,7								

Rohstoffe																
Mineralische Rohstoffe																Biomasse
Sonstige Nicht-eisenerze	Sonstige mineralische Rohstoffe															
	Sonstige mineralische Rohstoffe insgesamt	Baumineralien insgesamt	Baumineralien						Industriemineralien							
			Natursteine, nicht gebrochen	Kalk-, Gipsstein, Anhydrit, Kreide, Dolomit, Schiefer	Bausande und andere natürliche Sande	Feldsteine, Kiese, gebrochene Natursteine	Tone, Baumineralien a.n.g.	Industriemineralien insgesamt	Kieselsaure Sande und Quarzsande	Kaolin und andere Spezialtone	Chemische und Düngemittelminerale	Salze	Steine u. Erden a.n.g., sonst. Bergbauerzeugnisse	Torf für gärtnerische Zwecke		
0,0	749,2	687,2	0,6	75,9	170,7	429,1	10,9	62,0	15,4	6,3	1,2	21,6	13,9	3,5	215,9	
1,5	34,1	24,6	0,6	3,8	3,0	17,1	0,0	9,5	0,7	1,0	2,4	2,2	2,5	0,7	22,1	
364,3	258,7	191,7	0,6	71,7	40,6	78,1	0,6	67,1	8,1	5,4	30,0	11,5	10,8	1,3	253,0	
365,8	1.042,0	903,5	1,8	151,4	214,3	524,3	11,5	138,6	24,2	12,7	33,6	35,3	27,2	5,5	491,0	
246,2	248,4	191,6	0,5	52,1	50,7	87,5	0,8	56,7	10,5	5,4	15,2	13,4	9,0	3,2	154,0	
119,6	793,6	711,9	1,3	99,3	163,6	436,8	10,7	81,9	13,7	7,3	18,4	21,9	18,2	2,3	337,0	
119,6	44,4	24,7	0,7	23,4	-7,1	7,7	-0,2	19,9	-1,7	1,0	17,2	0,3	4,3	-1,2	121,1	

Rohstoffe																
Mineralische Rohstoffe																Biomasse
Sonstige Nicht-eisenerze	Sonstige mineralische Rohstoffe															
	Sonstige mineralische Rohstoffe insgesamt	Baumineralien insgesamt	Baumineralien						Industriemineralien							
			Natursteine, nicht gebrochen	Kalk-, Gipsstein, Anhydrit, Kreide, Dolomit, Schiefer	Bausande und andere natürliche Sande	Feldsteine, Kiese, gebrochene Natursteine	Tone, Baumineralien a.n.g.	Industriemineralien insgesamt	Kieselsaure Sande und Quarzsande	Kaolin und andere Spezialtone	Chemische und Düngemittelminerale	Salze	Steine u. Erden a.n.g., sonst. Bergbauerzeugnisse	Torf für gärtnerische Zwecke		
0,0	620,2	554,5	1,9	62,7	132,6	344,0	13,3	65,8	13,4	6,9	1,2	26,7	14,3	3,4	219,7	
1,4	25,5	16,2	0,2	4,0	1,1	10,8	0,0	9,3	0,6	1,0	2,0	2,7	2,6	0,4	23,0	
332,5	217,8	143,9	0,6	58,7	33,0	50,8	0,8	74,0	7,0	12,6	27,9	14,8	10,5	1,2	239,6	
333,9	863,5	714,6	2,7	125,4	166,7	405,6	14,1	149,1	21,0	20,5	31,1	44,2	27,4	5,0	482,3	
248,7	257,3	183,4	1,1	55,0	52,1	74,2	0,9	73,9	11,0	13,9	14,5	18,7	12,7	3,1	166,6	
85,2	606,2	531,2	1,6	70,4	114,6	331,4	13,2	75,2	10,0	6,6	16,6	25,5	14,7	1,9	315,7	
85,2	-14,0	-23,3	-0,3	7,7	-18,0	-12,6	-0,1	9,4	-3,4	-0,3	15,4	-1,2	0,4	-1,5	96,0	

Tabelle A.1.3: DMI nach Rohstoffgruppen, Mill. Tonnen, 2000 - 2005

Rohstoffarten	2000	2001	2002	2003	2004	2005
DMI in RÄ insgesamt	4.070,7	3.902,0	3.715,3	3.750,2	3.867,3	3.908,2
DMI in RÄ abiotisch insgesamt	3.579,7	3.429,7	3.262,8	3.289,1	3.368,1	3.425,7
Steinkohle	194,7	202,9	186,3	186,9	199,3	188,6
Braunkohle	239,3	248,5	250,6	245,8	247,2	256,6
Torf für gärtnerische Zwecke	5,4	5,1	4,8	5,4	4,9	5,0
Erdöl (roh) / andere Erdöle	233,6	236,1	224,1	223,9	221,7	231,6
Erdgas	185,1	174,4	185,3	229,6	196,1	222,8
Grubengas	0,5	0,6	0,6	0,6	0,9	1,0
Uran- und Thoriumerze	8,1	9,2	8,3	11,8	1,4	2,2
Eisen- und Manganerze	452,7	409,7	407,8	393,9	465,2	450,8
Kupfer-/Nickelerze	830,3	777,4	734,8	711,7	784,6	840,3
Aluminiumerze (Bauxit)	27,6	27,0	28,5	32,3	32,7	34,3
Bleierze	4,4	5,1	4,5	4,3	4,5	4,9
Zinkerze	55,2	60,3	54,4	55,7	53,9	50,0
Edelmetallerze	78,1	94,9	67,9	76,3	85,2	82,5
Andere Erze	228,1	222,2	192,4	211,4	190,2	196,5
Natursteine	1,8	2,5	2,3	3,3	3,1	2,8
Kalk	142,6	129,3	119,6	116,0	118,7	117,1
Gipsstein, Anhydrit; u. Ä.	5,1	4,6	4,4	4,2	4,2	3,9
Kreide	1,8	1,7	1,6	1,7	1,8	1,9
Dolomit, auch gebrannt	1,8	2,5	2,1	2,1	2,3	2,4
Schiefer	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Kieselsaure Sande und Quarzsande	24,3	22,9	21,5	22,0	21,9	21,0
Andere natürliche Sande (ohne metallhaltige Sande) (= Bausand)	214,4	194,8	180,8	187,8	178,5	166,7
Feldsteine, sonst. Kies, gebr. Natursteine f. d. Betonbau (= Baukies)	524,3	472,5	450,6	434,4	414,0	405,6
Ausbaggerung von Hafenbecken	0,9	0,9	1,0	1,0	0,7	0,5
Feuerfester Ton und Lehm, roh	15,0	13,5	11,8	11,4	11,3	10,8
Bentonit, Bleich- und Walkerden	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,3
Kaolin u. a. kaolinhaltiger Ton und Lehm, roh, Ziegelton	12,7	20,3	19,2	19,5	20,3	20,4
Chemische Düngemittelminerale	33,7	32,4	32,4	29,5	34,1	31,1
Salze	35,3	35,2	37,5	38,1	43,1	44,2
Makadam (= Asphaltmischgut)	10,6	10,8	12,5	12,7	11,4	13,5
Diamanten und Edelsteine (ohne Industriediamanten)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Bimsstein; Schmirgel; natürlicher Korund, natürlicher Granat	0,8	0,5	0,3	0,3	0,5	0,8
Natürlicher Graphit; Quarz und Quarzite	3,1	2,9	3,2	3,2	3,7	4,0
Naturbitumen u. Naturasphalt; Asphaltgestein, u. Ä.	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Glimmer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Feldspat	0,8	2,0	3,0	3,0	3,1	4,6
Kieselgur und verwandte Erden	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Speckstein	0,5	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
Sonstige Steine und Erden	4,9	4,1	5,8	6,3	4,7	4,5
DMI in RÄ biotisch insgesamt	491,0	472,3	452,5	461,1	499,2	482,5
Hülsenfrüchte	1,1	1,0	0,7	0,7	0,9	0,6
Anderes Obst	9,9	8,0	7,6	8,1	8,7	7,3
Bananen	2,5	2,4	2,6	2,7	2,7	1,5
Fischerei	3,8	3,3	3,4	3,3	3,4	3,3

Tabelle A.1.3: DMI nach Rohstoffgruppen, Mill. Tonnen, 2000 - 2005 (Fortsetzung)

Rohstoffarten	2000	2001	2002	2003	2004	2005
DMI in RÄ insgesamt	4.070,7	3.902,0	3.715,3	3.750,2	3.867,3	3.908,2
DMI in RÄ abiotisch insgesamt	3.579,7	3.429,7	3.262,8	3.289,1	3.368,1	3.425,7
Biomasse Jagdstrecke	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Futterpflanzen	197,1	186,0	171,8	161,9	179,4	178,4
Gemüse	7,9	7,8	7,7	7,9	8,3	6,7
Getreide	63,9	68,7	61,8	58,2	70,1	63,8
Hackfrüchte	54,8	47,3	49,9	46,4	54,2	51,8
Handelsgewächse	17,3	19,2	18,8	18,8	20,3	19,5
Holz	75,9	70,1	72,0	97,3	88,1	90,9
Rinde	1,3	1,0	0,9	0,6	0,7	0,6
Sonstige Biomasse Pflanzen Landwirtschaft	8,4	8,3	8,9	9,0	9,3	6,6
Sonstige Forstwirtschaft	5,7	6,2	8,6	10,7	8,3	10,6
Stroh für Futter und Einstreu	35,1	37,4	31,9	29,7	38,6	36,0
Weinmost	3,3	3,1	3,3	3,1	3,4	3,3
Zitrusfrüchte	2,9	2,4	2,5	2,6	2,7	1,5

Tabelle A.1.4: Importe in Mill. Tonnen nach PB

Produktionsbereiche (CPA 40)	2000			2005		
	Importe in tatsächlichen Tonnen	Importe in RÄ (ohne Transportaufwand)	Importe in RÄ (inkl. Transportaufwand)	Importe in tatsächlichen Tonnen	Importe in RÄ (ohne Transportaufwand)	Importe in RÄ (inkl. Transportaufwand)
Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd	21,9	91,4	91,4	23,2	87,2	87,2
Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und DL	2,9	2,0	2,0	2,8	1,5	1,5
Fische und Fischereierzeugnisse	0,2	1,0	1,0	0,2	0,6	0,6
Kohle und Torf	26,0	36,5	36,5	35,4	53,7	53,7
Erdöl, Erdgas, DL für Erdöl-, Erdgasgewinnung	169,4	221,4	222,4	192,9	252,4	253,4
Erze	51,9	261,8	261,8	47,0	284,1	284,1
Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	33,4	87,0	87,0	25,1	66,6	66,6
Nahrungs- und Futtermittel, Getränke	25,5	80,3	80,3	32,7	89,4	89,4
Tabakerzeugnisse	0,1	1,4	1,4	0,1	1,3	1,3
Textilien	1,8	98,9	98,9	2,0	69,4	69,4
Bekleidung	0,8	11,6	11,6	1,0	10,6	10,6
Leder und Lederwaren	0,5	5,5	5,5	0,6	4,7	4,7
Holz; Holz-, Kork-, Flechtwaren (ohne Möbel)	9,9	12,8	12,8	8,8	14,8	14,8
Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton und Pappe, Papier-, Karton- und Pappwaren	17,0	45,2	45,2	21,4	58,0	58,0
Verlagszeugnisse, Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger	0,6	2,8	2,8	0,7	3,0	3,0
Kokereierzeugnisse, Mineralerzeugnisse, Spalt- und Brutstoffe	46,1	133,9	133,9	43,7	126,6	126,6
Chemische Erzeugnisse	36,0	71,3	71,3	40,2	71,2	71,2
Gummiwaren, Kunststoffwaren	3,7	14,2	14,2	4,9	14,4	14,4
Gas und Glaswaren, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	16,0	86,3	86,3	10,8	54,8	54,8
Roheisen, Stahl, Rohre und Halbzeug daraus, NE-Metalle und Halbzeug daraus, Gießereierzeugnisse	34,1	1.027,9	1.027,9	39,3	1.016,8	1.016,8
Metallerzeugnisse	4,7	47,6	47,6	5,0	47,3	47,3
Maschinen	4,3	60,2	60,2	5,5	58,1	58,1
Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen	0,6	21,6	21,6	0,7	21,4	21,4
Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.Ä.	2,1	57,2	57,2	2,7	62,9	62,9
Nachtechn., Rundf.- und Fernsehgeräte, elektron. Bauelemente	0,6	61,1	61,1	0,7	63,1	63,1
Medizin-, mess-, regelungstechn., optische Erzeugnisse; Uhren	0,2	18,5	18,5	0,3	17,6	17,6
Kraftwagen und Kraftwagenteile	6,6	71,0	71,0	8,6	78,5	78,5
Sonstige Fahrzeuge (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u. a.)	1,1	47,2	47,2	1,8	41,1	41,1
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren u. Ä.	3,0	10,6	10,6	3,7	12,6	12,6
Sekundärrohstoffe	0,0	134,5	134,5	0,0	103,0	103,0
Elektrizität, Fernwärme, DL der Elektrizitäts- u. Fernwärmeversorgung, Gase, DL der Gasversorgung	0,0	10,4	10,4	0,0	14,5	14,5
Dienstleistungen	0,0	35,8	35,8	0,0	30,1	30,1
Insgesamt	521,0	2.868,9	2.869,9	561,8	2.831,3	2.832,3

Tabelle A.1.5: Exporte in Mill. Tonnen nach PB

Produktionsbereiche (CPA 40)	2000		2005	
	Exporte in tatsächlichen Tonnen	Exporte in RÄ	Exporte in tatsächlichen Tonnen	Exporte in RÄ
Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd	18,1	29,2	15,4	27,7
Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und DL	4,7	2,4	5,9	2,4
Fische und Fischereierzeugnisse	0,1	0,6	0,1	0,5
Kohle und Torf	3,3	1,9	2,7	1,2
Erdöl, Erdgas, DL für Erdöl-, Erdgasgewinnung	12,9	16,5	14,9	15,3
Erze	0,2	3,3	0,1	8,8
Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	35,4	48,6	39,0	51,2
Nahrungs- und Futtermittel, Getränke	33,4	57,9	42,4	71,3
Tabakerzeugnisse	0,1	2,5	0,2	2,7
Textilien	1,8	47,1	1,8	35,7
Bekleidung	0,2	6,3	0,3	7,1
Leder und Lederwaren	0,2	2,1	0,2	2,2
Holz; Holz-, Kork-, Flechtwaren (ohne Möbel)	8,2	8,1	12,8	13,7
Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton und Pappe, Papier-, Karton- und Pappwaren	16,3	28,9	20,1	39,8
Verlagszeugnisse, Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger	1,0	4,0	1,6	6,2
Kokereierzeugnisse, Mineralerzeugnisse, Spalt- und Brutstoffe	20,3	33,9	29,5	49,4
Chemische Erzeugnisse	45,7	105,7	56,7	105,6
Gummiwaren, Kunststoffwaren	5,0	19,3	6,8	22,0
Glas und Glaswaren, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	13,6	80,3	20,7	75,5
Roheisen, Stahl, Rohre und Halbzeug daraus, NE-Metalle und Halbzeug daraus, Gießereierzeugnisse	40,3	684,7	42,0	725,3
Metallerzeugnisse	4,3	79,4	5,9	90,6
Maschinen	7,0	151,5	15,9	160,4
Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen	0,3	11,3	0,4	13,3
Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.Ä.	2,1	76,0	2,5	94,3
Nachtechn., Rundf.- und Fernsehgeräte, elektron. Bauelemente	0,4	57,5	0,4	55,9
Medizin-, mess-, regelungstechn., optische Erzeugnisse; Uhren	0,2	27,1	0,3	32,5
Kraftwagen und Kraftwagenteile	11,7	179,5	15,5	200,5
Sonstige Fahrzeuge (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u. a.)	0,7	52,5	0,7	47,9
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren u. Ä.	1,6	9,1	2,0	11,4
Sekundärrohstoffe	0,0	1,8	0,0	2,1
Elektrizität, Fernwärme, DL der Elektrizitäts- u. Fernwärmeversorgung, Gase, DL der Gasversorgung	0,0	4,1	0,0	35,4
Dienstleistungen	0,0	34,1	0,0	36,5
Insgesamt	289,1	1.867,2	356,8	2.044,4

Tabelle A.1.6: Importe nach Rohstoffarten, in Mill. Tonnen

Rohstoffarten	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Importe in tatsächlichen Tonnen	521,0	506,7	512,8	541,8	560,4	561,8
Importe in RÄ insgesamt	2.868,9	2.763,9	2.603,5	2.659,2	2.758,8	2.831,3
Importe in RÄ abiotisch insgesamt	2.593,7	2.499,6	2.353,9	2.386,3	2.485,9	2.568,6
Steinkohle	144,8	158,2	146,1	146,2	157,2	147,7
Braunkohle	71,6	73,1	68,9	66,5	65,3	78,7
Torf für gärtnerische Zwecke	2,0	1,7	1,7	2,1	1,5	1,7
Erdöl (roh) / andere Erdöle	230,5	232,8	220,5	220,2	218,2	228,0
Erdgas	169,4	158,6	169,5	213,4	181,2	209,0
Grubengas	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
Uran- und Thoriumerze	8,1	9,2	8,3	11,8	1,4	2,2
Eisen- und Manganerze	452,3	409,3	407,4	393,4	464,8	450,4
Kupfer-/Nickelerze	830,3	777,4	734,8	711,7	784,6	840,3
Aluminiumerze (Bauxit)	27,6	27,0	28,5	32,3	32,7	34,3
Bleierze	4,4	5,1	4,5	4,3	4,5	4,9
Zinkerze	55,2	60,3	54,4	55,7	53,9	50,0
Edelmetallerze	78,1	94,9	67,9	76,3	85,2	82,5
Andere Erze	228,1	222,2	192,4	211,4	190,2	196,5
Natursteine	1,2	1,3	1,1	1,5	1,2	0,9
Kalk	72,2	64,2	58,1	56,2	58,5	59,7
Gipsstein, Anhydrit; u. Ä.	1,4	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0
Kreide	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8
Dolomit, auch gebrannt	1,1	1,3	1,1	1,1	1,2	1,2
Schiefer	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Kieselsaure Sande und Quarzsande	8,9	8,4	7,3	7,7	7,7	7,6
Andere natürliche Sande (ohne metallhaltige Sande) (= Bausand)	43,7	39,6	35,0	37,3	36,2	34,1
Feldsteine, sonst. Kies, gebr. Natursteine f. d. Betonbau (= Baukies)	95,2	80,8	71,2	63,8	60,9	61,6
Ausbaggerung von Hafenbecken	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Feuerfester Ton und Lehm, roh	5,0	4,4	3,7	3,5	3,7	3,5
Bentonit, Bleich- und Walkerden	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0
Kaolin u. a. kaolinhaltiger Ton und Lehm, roh, Ziegelton	6,4	14,1	13,4	13,3	13,6	13,5
Chemische Düngemittelminerale	32,4	31,3	31,2	28,4	33,1	29,9
Salze	13,7	13,4	14,3	14,8	17,0	17,4
Makadam (= Asphaltmischgut)	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,7
Diamanten und Edelsteine (ohne Industriediamanten)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Bimsstein; Schmirgel; natürlicher Korund, natürlicher Granat	0,6	0,4	0,2	0,2	0,3	0,6
Natürlicher Graphit; Quarz und Quarzite	1,1	1,1	1,1	1,1	1,4	1,6
Naturbitumen u. Naturasphalt; Asphaltgestein, u. Ä.	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glimmer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Feldspat	0,3	0,6	0,8	0,8	0,8	1,3
Kieselgur und verwandte Erden	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Speckstein	0,5	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
Sonstige Steine und Erden	4,2	3,5	5,2	5,8	4,1	3,9
Importe in RÄ biotisch insgesamt	275,2	264,3	249,6	272,9	272,9	262,7
Hülsenfrüchte	0,6	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2
Anderes Obst	4,9	4,6	4,5	4,8	4,8	3,9
Bananen	2,5	2,4	2,6	2,7	2,7	1,5

Tabelle A.1.6: Importe nach Rohstoffarten, in Mill. Tonnen (Fortsetzung)

Rohstoffarten	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Importe in tatsächlichen Tonnen	521,0	506,7	512,8	541,8	560,4	561,8
Importe in RÄ insgesamt	2.868,9	2.763,9	2.603,5	2.659,2	2.758,8	2.831,3
Importe in RÄ abiotisch insgesamt	2.593,7	2.499,6	2.353,9	2.386,3	2.485,9	2.568,6
Fischerei	3,7	3,2	3,3	3,2	3,3	3,2
Biomasse Jagdstrecke	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Futterpflanzen	132,5	124,1	109,6	108,0	114,1	110,1
Gemüse	5,0	5,0	4,9	5,1	5,1	3,6
Getreide	18,6	18,9	18,4	18,8	19,0	17,8
Hackfrüchte	12,8	10,3	11,3	12,3	13,5	14,5
Handelsgewächse	13,7	15,0	14,8	15,0	14,9	14,3
Holz	51,4	51,5	52,2	73,5	62,9	64,3
Rinde	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Sonstige Biomasse Pflanzen Landwirtschaft	7,1	7,1	7,1	7,4	7,6	4,9
Sonstige Forstwirtschaft	2,3	2,5	3,2	4,5	3,5	4,5
Stroh für Futter und Einstreu	14,7	14,7	12,6	12,5	16,0	16,0
Weinmost	2,2	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3
Zitrusfrüchte	2,9	2,4	2,5	2,6	2,7	1,5

Tabelle A.1.7: Kumulierter Energieverbrauch (in Mill. Tonnen) für den Transport von Importgütern außerhalb des Territoriums nach PB

Produktionsbereiche (CPA 40)	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Forstwirtsch. Erzeugnisse und DL	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Fische und Fischereierzeugnisse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kohle, Torf	0,7	0,9	1,0	0,9	1,2	1,2
Erdöl, Erdgas	3,4	3,3	3,5	4,0	3,8	4,1
Erze	1,8	1,5	1,6	1,4	1,6	1,4
Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Nahrungs- und Futtermittel, Getränke	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
Tabakerzeugnisse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Textilien	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Bekleidung	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Leder und Lederwaren	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Holz, Holzwaren (o. Möbel), Flecht- und Korbwaren	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Papier, Karton, Pappe u. daraus hergestellte Waren	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Verlags- u. Druckerz., besp. Ton-, Bild- u. Datenträger	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- und Brutstoffe	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
Chemische Erzeugnisse	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7
Gummi- und Kunststoffwaren	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Metalle und Halbzeug daraus	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6
Metallerzeugnisse	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Maschinen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Büromasch., Datenverarbeitungsgeräte u. -einricht.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Geräte der Elektrizitätserzeugung u. -vertlg. u. Ä.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Nachrtechn., Rundf.- u. Fernsehger. elektron. Bauelem.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Medizin-, meß-, regelungst.-Erz., opt. Erz., Uhren	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kraftwagen und Kraftwagenteile	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Sonstige Fahrzeuge (Schiffe, Luft- u. Raumfz. u. a.)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
Möbel, Schmuck, Musikinstr., Sportger., Spielw. u. Ä.	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
Energie (Elektro, Gas) u. DL d. Energieversorgung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rest (sonst. Halb- und Fertigwaren)	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2
Summe	12,0	11,7	12,1	12,8	13,1	13,9

Tabelle A.1.8: Kumulierter Energieverbrauch (in Mill. Tonnen) für den Transport von Exportgütern außerhalb des Territoriums nach PB

Produktionsbereiche (CPA 40)	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3
Forstwirtsch. Erzeugnisse und DL	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Fische und Fischereierzeugnisse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kohle, Torf	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Erdöl, Erdgas	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Erze	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Nahrungs- und Futtermittel, Getränke	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
Tabakerzeugnisse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Textilien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bekleidung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Leder und Lederwaren	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Holz, Holzwaren (o. Möbel), Flecht- und Korbwaren	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Papier, Karton, Pappe u. daraus hergestellte Waren	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Verlags- u. Druckerz., besp. Ton-, Bild- u. Datenträger	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- und Brutstoffe	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3
Chemische Erzeugnisse	1,1	1,1	1,2	1,2	1,4	1,4
Gummi- und Kunststoffwaren	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Metalle und Halbzeug daraus	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7
Metallerzeugnisse	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Maschinen	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
Büromasch., Datenverarbeitungsgeräte u. -einricht.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Geräte der Elektrizitätserzeugung u. -vertlg. u. Ä.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Nachrtechn., Rundf.- u. Fernsehger. elektron. Bauelem.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Medizin-, meß-, regelungst.-Erz., opt. Erz., Uhren	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kraftwagen und Kraftwagenteile	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
Sonstige Fahrzeuge (Schiffe, Luft- u. Raumfz. u. a.)	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Möbel, Schmuck, Musikinstr., Sportger., Spielw. u. ä.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Energie (Elektro, Gas) u. DL d. Energieversorgung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rest (sonst. Halb- und Fertigwaren)	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Summe	4,9	5,0	5,5	5,7	6,1	6,0

ANHANG 2: AUSGEWÄHLTE ÜBERSICHTEN AUS DEM IFEU-KOEFFIZIENTENPROJEKT

Tabelle A.2.1: Liste der bereitgestellten Importkoeffizienten für abiotische und biotische Rohstoffe

Biotische Rohstoffe		Abiotische Rohstoffe		
Weizen	Heringe, gesalzen	Steinkohle (Südafrika)	Rohstahl (Blas-/Elektrostahl)	Ilmenit-konzentrat
Tomaten	Fischmehl	Steinkohle (Osteuropa)	Rohstahl (Elektrostahl)	Rutilkonzentrat
Salat	Forelle	Steinkohle (Russland)	Aluminium (Primär)	Silberkonzentrat
Kakao	Champignons	Steinkohle (Südamerika)	Kupfer (Primär)	Silber
Reis	Schafwolle	Braunkohle (Europa)	Blei	Niob-/Tantalkonzentrat
Kartoffeln	Sultaninen	Erdöl (Russland)	Zinn	Antimonkonzentrat
Paprika	Zimmerpflanzen	Erdöl (Norwegen)	Zink	Wolframkonzentrat
Zucchini	Kokosfasern	Erdöl (Grossbritannien)	Uran-Brennelement	Wolfram
Aubergine	Roh-Baumwolle	Erdöl (Niederlande)	Nickel	Bismut
Gurke	Wein	Eisenerz	Mangan	Niob
Brugnolen	Naturkautschuk	Eisenerzkonzentr.	Magnesium	Tantal
Erdbeeren	Tiefkühlpommes	Kupferkonzentr.	Chrom	Indium
Kiwis	Hanfgewebe	Bleikonzentrat	Cobalt	Vanadium
Trauben	Tabak	Zinkkonzentrat	Molybdän	Thallium
Orangen	Wollgarn	Pyrit	Steinkohlekoks	Aluminium
Kaffee	Jutegarn	Platinerzkonzentrat	Schweröl	Aluminiumerz
Sojabohnen	Baumwollstoff	Chromit	Harnstoff	Gallium
Sojaschrot	Erdnüsse, geröstet	Molybdänitkonz.	Kaliumchlorid	Beryllium
Tee	Naturseide	Mangankonzentrat	Triple-Superphosphat	Germanium
Filet von pazifischen Pollack	Schafwolle	Aluminiumerz (Bauxit)	Ammoniumnitrat	Zirkonium
Pazifischer Lachs	Baumwoll-Linters	Natriumchlorid	Palladium	Hafnium
Miesmuscheln	Mandeln	Kalkstein	Platin	Gold
Kokosöl	Spargel	Zement	Rhodium	Edelsteine
Palmöl	Melonen	Roheisen	Sprengstoff	Cermets
Palmkernöl	Bananen	Ferrochrom	Stahlrohr	Paraffin
Natronzellstoff		Rohstahl (Blasstahl)	Stahlschrott	

Tabelle A.2.2: Auszug aus der Ergebnistabelle „abiotische Importkoeffizienten“

Rohstoffliste KRA	Importgüter				
	Rohstahl Elektrostahl in kg pro kg	Aluminium Primär in kg pro kg	Kupfer Primär in kg pro kg	Blei in kg pro kg	Zinn in kg pro kg
Abiotisch verwertete Rohstoffe					
Energieträger					
Steinkohle	0,07	2,03	0,33	0,10	2,36
Braunkohle	0,09	1,26	0,36	0,11	3,51
Torf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdöl (roh)	0,07	1,17	0,29	0,11	1,73
Erdgas, Erdölgas	0,05	0,36	0,25	0,05	0,77
Grubengas	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02
And. Prod. Erdöl-/Erdgasgew.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uran- und Thoriumerze	0,00	0,02	0,00	0,00	0,05
Sonstige Energieträger	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mineralische Rohstoffe					
Erze					
Eisen- und Manganerze	0,00	0,03	0,20	0,20	0,00
Kupfererze	0,00	0,00	327,98	0,00	0,00
Nickelerze	0,00	0,01	5,37	0,00	0,01
Aluminiumerze (Bauxit)	0,00	4,93	0,04	0,01	0,05
Bleierze	0,00	0,00	0,00	18,96	0,00
Zinkerze	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Edelmetallerze	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Andere Erze	0,00	0,00	12,14	0,00	1.170,00
Sonst. mineralische Rohstoffe					
Torf für gärtnerische Zwecke					
Torf für gärtnerische Zwecke	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Natursteine, nicht gebrochen					
Naturwerksteine	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalk, Gips, Anhydrit, Kreide ...					
Kalk	0,10	0,22	0,42	1,19	0,43
Gipsstein, Anhydrit; u. Ä.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Kreide	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dolomit, auch gebrannt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Schiefer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kies, Sand, gebr. Steine, Ton					
Kieselsaure Sande + Quarzsande	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bausand: and. nat. Sande	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baukies: Steine f. Betonbau	0,00	0,03	0,83	7,50	0,01
Ausbaggerung von Hafenbecken	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Feuerfester Ton und Lehm, roh	0,00	0,02	0,00	0,19	0,00
Bentonit, Bleich- und Walkerde	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kaolin u. a. kaolinhaltiger Ton	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Ziegelton	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Makadam (= Asphaltmischgut)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sonstige Kiese, Sande, Tone	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chem. und Düngemittelminerale					
Chem. und Düngemittelminerale	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00
Salz, NaCl; Meerwasser					
Salz, NaCl; Meerwasser	0,00	0,10	0,03	0,00	0,00
Steine + Erden, a.n.g.; ...					
Diamanten + Edelsteine, n. Ind.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bimsstein; Schmirgel; Korund ...	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nat. Graphit; Quarz + Quarzite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Naturbitumen, Naturasphalt ...	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Glimmer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle A.2.2: Auszug aus der Ergebnistabelle „abiotische Importkoeffizienten“ (Fortsetzung)

Rohstoffliste KRA	Importgüter				
	Rohstahl Elektrostahl in kg pro kg	Aluminium Primär in kg pro kg	Kupfer Primär in kg pro kg	Blei in kg pro kg	Zinn in kg pro kg
Abiotisch verwertete Rohstoffe					
Feldspat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kieselgur und verwandte Erden	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Speckstein	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sonstige Steine und Erden	0,05	0,01	0,06	0,01	0,00
Biotische verwertete Rohstoffe					
Pflanzliche Biomasse a. d. LW					
Getreide					
Getreide	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hülsenfrüchte					
Soja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Andere Hülsenfrüchte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hackfrüchte					
Hackfrüchte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Handelsgewächse					
Handelsgewächse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gemüse					
Gemüse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
.
.
.
Summe	0,43	10,21	348,34	28,44	1.178,96

Tabelle A.2.3: Energiekoeffizienten für den Transport von Gütern in J/tkm und in t/tkm

Verkehrsart	Endenergieträger	Direkter Energieverbrauch nach Sekundärenergieträgern in J/tkm	Energieverbrauch einschl. Vorkette nach Primärenergieträgern in J/tkm	Energieverbrauch einschl. Vorkette nach Primärenergieträgern in t/tkm	Quelle
Bahn					EcoTransIT 2005
Bahn Strom					
Massengüter	Strom	128.160	380.208	1,117E-05	EcoTransIT 2005
Durchschnittliche Güter		153.720	456.036	1,339E-05	EcoTransIT 2005
Voluminöse Güter		192.240	570.312	1,675E-05	EcoTransIT 2005
Bahn Diesel					
Massengüter	Diesel	346.378	397.996	1,000E-05	EcoTransIT 2005
Durchschnittliche Güter	(Hu = 42,96 MJ/kg)	415.459	477.372	1,200E-05	EcoTransIT 2005
Voluminöse Güter		519.568	596.995	1,501E-05	EcoTransIT 2005
LKW					
1. Ländergruppe: Australien, USA, Kanada					
Massengüter		678.004	779.041	1,958E-05	EcoTransIT 2005
Durchschnittliche Güter		749.955	861.715	2,166E-05	EcoTransIT 2005
Voluminöse Güter		1.148.851	1.320.055	3,318E-05	EcoTransIT 2005
2. Ländergruppe: Europa, Japan					
Massengüter	Diesel	753.337	865.602	2,176E-05	EcoTransIT 2005
Durchschnittliche Güter	(Hu = 42,96 MJ/kg)	833.283	957.461	2,407E-05	EcoTransIT 2005
Voluminöse Güter		1.276.501	1.466.728	3,687E-05	EcoTransIT 2005
3. Ländergruppe: andere Länder					
Massengüter		1.029.986	1.183.477	2,975E-05	EcoTransIT 2005
Durchschnittliche Güter		1.205.313	1.384.931	3,481E-05	EcoTransIT 2005
Voluminöse Güter		2.036.223	2.339.666	5,881E-05	EcoTransIT 2005
Binnenschiff					
Massengüter	Diesel	356.568	409.705	1,030E-05	EcoTransIT 2005
Durchschnittliche Güter	(Hu = 42,96 MJ/kg)	468.264	538.046	1,352E-05	EcoTransIT 2005
Voluminöse Güter		762.540	876.176	2,202E-05	EcoTransIT 2005
Pipeline					
Gase - Rußland	Erdgas	1.293.514	1.337.197	2,749E-05	Ecoinvent 1.3, Borken 1999
Gase - andere Länder	(Hu = 36 MJ/m ³ , Dichte = 0,74 kg/m ³)	800.649	819.128	1,684E-05	Ecoinvent 1.3, Borken 1999
Öl	Strom	72.000	283.800	6,123E-06	Ecoinvent 1.3, Borken 1999
Flugzeug					
Langstrecke					
„Moderne Flotte“	Kerosin	7.955.000	9.694.000	2,130E-04	EcoTransIT 2005
„Ältere Flotte“	(Hu = 43,0 MJ/kg)	10.879.000	13.257.200	2,912E-04	Borken 1999
Kurz-/Mittelstrecke					
„Moderne Flotte“		11.980.000	14.598.884	3,207E-04	EcoTransIT 2005
„Ältere Flotte“		16.383.000	19.964.400	4,386E-04	Borken 1999
Fähren					
Massengüter	Diesel	2.105.040	2.418.738	6,080E-05	EcoTransIT 2005
Durchschnittliche Güter	(Hu = 42,96 MJ/kg)	2.362.800	2.714.910	6,824E-05	EcoTransIT 2005
Voluminöse Güter		3.393.840	3.899.598	9,802E-05	EcoTransIT 2005
Hochseeschiff					
Massengüter	Schweröl	81.164	92.344	2,167E-06	EcoTransIT 2005
Durchschnittliche Güter	(Bunker C, Hu = 40,582 MJ/kg)	162.328	184.688	4,335E-06	EcoTransIT 2005
Voluminöse Güter		284.074	323.204	7,586E-06	EcoTransIT 2005

Tabelle A.2.4: Auszug aus der Entfernungstabelle: andere Länder (außereuropäisch)

Staat	Durchschnittliche Entfernung in km		Durchschnittliche Entfernung im Land zum Hafen in km	Durchschnittliche Seeschiffahrtsentfernung in km					
	Flugdistanz	Pipeline		nach Hamburg	nach Rotterdam	nach Antwerpen	nach LeHavre	nach Marseille	nach Genua
Afghanistan	5.252		1.700	11.823	11.355	11.364	10.975	8.091	7.919
Ägypten	3.217		200	6.753	6.285	6.294	5.905	3.111	2.959
Albanien	1.489		40	5.360	4.891	4.900	4.511	1.548	1.376
Algerien	1.684	3.500	550	3.873	3.404	3.413	3.024	809	982
Am. Jungferinseln	7.787		5	7.990	7.521	7.530	7.173	8.184	8.475
Amerikan. Überseeins.	15.188		5	19.679	19.211	19.220	18.864	19.607	19.898
Amerikanisch-Samoa	16.134		5	20.016	19.548	19.557	19.202	19.944	20.235
Andorra	1.098		210	3.943	3.474	3.484	3.095	360	690
Angola	6.866		100	9.729	9.261	9.270	8.881	8.535	8.826
Anguilla	7.787		5	7.990	7.521	7.530	7.173	8.184	8.475
Antarktis	16.542		500	16.946	16.477	16.486	16.420	16.125	16.416
Antigua u. Barbuda	7.787		5	7.990	7.521	7.530	7.173	8.184	8.475
Äquatorialguinea	5.277		50	8.767	8.299	8.308	7.919	7.582	7.873
Arabische Rep. Syrien	2.876	2.800	125	6.711	6.243	6.252	5.863	2.953	2.781
Argentinien	12.014		150	12.828	12.388	12.404	11.964	11.793	12.083
Armenien	3.122		380	7.408	6.939	6.949	6.560	3.637	3.465
Aruba	7.787		5	7.990	7.521	7.530	7.173	8.184	8.475
Aserbaidshan	3.122		780	7.408	6.939	6.949	6.560	3.637	3.465
Äthiopien	5.474		920	9.079	8.610	8.619	8.230	5.347	5.174

Tabelle A.2.5: PB-Gliederung mit Anzahl der Untergruppen und der Importkoeffizienten des IFEU

Produktionsbereich	Anzahl der Untergruppen	
	insgesamt	mit IFEU-Koeffizienten
Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd	65	22
Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und DL	12	1
Fische und Fischereierzeugnisse	10	2
Kohle und Torf	10	4
Erdöl, Erdgas, DL für Erdöl-, Erdgasgewinnung	7	2
Uran- und Thoriumerze	2	0
Erze	11	4
Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	29	4
Nahrungs- und Futtermittel	107	22
Getränke	14	4
Tabakerzeugnisse	8	5
Textilien	56	11
Bekleidung	40	0
Leder und Lederwaren	26	0
Holz; Holz-, Kork-, Flechtwaren (ohne Möbel)	35	0
Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton und Pappe	25	4
Papier-, Karton- und Pappwaren	23	0
Verlagserzeugnisse	11	0
Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger	21	0
Kokereierzeugnisse, Mineralölerzeugnisse, Spalt- und Brutstoffe	36	4
Pharmazeutische Erzeugnisse	173	9
Chemische Erzeugnisse (ohne pharmazeutische Erzeugnisse)	22	0
Gummiwaren	27	0
Kunststoffwaren	48	0
Glas und Glaswaren	31	0
Keramik, bearbeitete Steine und Erden	45	4
Roheisen, Stahl, Rohre und Halbzeug daraus	45	15
NE-Metalle und Halbzeug daraus	47	20
Gießereierzeugnisse	35	0
Metallerzeugnisse	140	0
Maschinen	258	0
Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen	26	0
Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u. Ä.	90	0
Nachrtechn., Rundf- und Fernsehgeräte, elektron. Bauelemente	39	0
Medizin-, mess-, regelungstechn., optische Erzeugnisse; Uhren	91	0
Kraftwagen und Kraftwagenteile	38	0
Sonstige Fahrzeuge (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u. a.)	56	1
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren u. Ä.	76	4
Sekundärrohstoffe	13	0
Elektrizität, Fernwärme, DL der Elektrizitäts- u. Fernwärmeversorgung	7	1
Gase, DL der Gasversorgung	10	0
Wasser und DL der Wasserversorgung	2	0
Vorb. Baustellenarbeiten, Hoch- und Tiefbauarbeiten	23	0
Bauinstallations- und sonstige Bauarbeiten	15	0
Handelsleist. mit Kfz; Rep. an Kfz; Tankleistungen	23	0

Tabelle A.2.5: PB-Gliederung mit Anzahl der Untergruppen und der Importkoeffizienten des IFEU (Fortsetzung)

Produktionsbereich	Anzahl der Untergruppen	
	insgesamt	mit IFEU-Koeffizienten
Handelsvermittlungs- und Großhandelsleistungen	123	0
Einzelhandelsleistungen; Reparatur an Gebrauchsgütern	124	0
Beherbergungs- und Gaststätten-DL	24	0
Eisenbahn-DL	124	0
Sonst. Landv.leistungen, Transportleistungen in Rohrfernleitungen	129	0
Schiffahrtsleistungen	240	0
Luftfahrtleistungen	126	0
DL bezüglich Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr	14	0
Nachrichtenübermittlungs-DL	27	0
DL der Kreditinstitute	2	0
DL der Versicherungen (ohne Sozialversicherung)	22	0
DL des Kredit- und Versicherungshilfsgewerbes	4	0
DL des Grundstücks- und Wohnungswesens	8	0
DL der Vermietung beweglicher Sachen (ohne Personal)	17	0
DL der Datenverarbeitung und von Datenbanken	15	0
Forschungs- und Entwicklungsleistungen	4	0
Unternehmensbezogene DL	34	0
DL der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung	4	0
DL der Sozialversicherung	2	0
Erziehungs- und Unterrichts-DL	21	0
DL des Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesens	35	0
Abwasser-, Abfallbeseitigungs- u. sonst. Entsorgungsleistungen	11	0
DL von Interessenvertretungen, Kirchen u. Ä.	9	0
Kultur-, Sport- und Unterhaltungs-DL	61	0
Sonstige DL	8	0
DL privater Haushalte	2	0
Summe	3.118	143

ANHANG 3: GÜTERLISTEN

Tabelle A.3.1: Rohstoffliste der UGR

Lfd. Nr.	
	Abiotische Rohstoffe
1	Steinkohle
2	Braunkohle
3	Torf für gärtnerische Zwecke
4	Erdöl (roh)/andere Erdöle
5	Erdgas
6	Grubengas
7	Uran- und Thoriumerze
8	Eisen- und Manganerze
9	Kupfer-/Nickelerze
10	Aluminiumerze (Bauxit)
11	Bleierze
12	Zinkerze
13	Edelmetallerze
14	Andere Erze
15	Natursteine
16	Kalk
17	Gipsstein, Anhydrit; u. Ä.
18	Kreide
19	Dolomit, auch gebrannt
20	Schiefer
21	Kieselsaure Sande und Quarzsande
22	Andere natürliche Sande (ohne metallhaltige Sande) (= Bausand)
23	Feldsteine, sonst. Kies, gebr. Natursteine f. d. Betonbau (= Baukies)
24	Ausbaggerung von Hafenbecken
25	Feuerfester Ton und Lehm, roh
26	Bentonit, Bleich- und Walkerden
27	Kaolin u. a. kaolinhaltiger Ton und Lehm, roh, Ziegelton
28	Chemische Düngemittelminerale
29	Salze
30	Makadam (= Asphaltmischgut)
31	Diamanten und Edelsteine (ohne Industriediamanten)
32	Bimsstein; Schmirgel; natürlicher Korund, natürlicher Granat
33	Natürlicher Graphit; Quarz und Quarzite
34	Naturbitumen u. Naturasphalt; Asphaltgestein, u. Ä.
35	Glimmer
36	Feldspat
37	Kieselgur und verwandte Erden
38	Speckstein
39	Sonstige Steine und Erden

Tabelle A.3.1: Rohstoffliste der UGR (Fortsetzung)

Lfd. Nr.	
	Biotische Rohstoffe
40	Hülsenfrüchte
41	Anderes Obst
42	Bananen
43	Fischerei
44	Biomasse Jagdstrecke
45	Futterpflanzen
46	Gemüse
47	Getreide
48	Hackfrüchte
49	Handelsgewächse
50	Holz
51	Rinde
52	Sonstige Biomasse Pflanzen Landwirtschaft
53	Sonstige Forstwirtschaft
54	Stroh für Futter und Einstreu
55	Weinmost
56	Zitrusfrüchte

ANHANG 4: EXKURS 1: INPUT-OUTPUT-ANALYSE⁵³

Die Input-Output-Analyse ist eine Methode zur quantitativen Analyse der strukturellen Wechselbeziehungen in einer räumlich abgegrenzten Wirtschaft. Sie geht auf W. Leontief zurück, der Input-Output-Modelle entwickelte.

Bei der Input-Output-Analyse handelt es sich um ein Verfahren zur Untersuchung von bezogenen und gelieferten Leistungen. Die Eigenart, dass die Leistungsströme nach der „von wem zu wem“-Basis erfasst werden, gibt der Input-Output-Analyse ihren Namen. Sie geht von dem Grundgedanken aus, dass Veränderungen in einem Wirtschaftsbereich Rück-

wirkungen auf die gesamte Volkswirtschaft haben; dabei können die Wirkungen direkter und/oder indirekter Natur sein.

Deskriptive Auswertung: Die deskriptive Auswertung der Input-Output-Tabelle (IOT) vermittelt ein quantitatives Bild von den direkten Verflechtungen zwischen den Produktionsbereichen und den Bereichen der letzten Verwendung bzw. den primären Inputs.

In der Input-Output-Analyse stehen die inversen Leontief-Koeffizienten im Mittelpunkt der modellmäßigen Auswertung der Input-Output-Tabelle (IOT).

⁵³ Auszüge aus Brümmerhoff, D., Lützel, H.: Lexikon der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, 3.Auflage, München 2002, Stichworte „Input-Output-Analyse“, „Input-Output-Tabellen“ (Autor Reiner Stäglin), „Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes“ (Autor Peter Bleses) und „inverse Leontief Koeffizienten“.

INPUT-OUTPUT-TABELLEN

Die Input-Output-Tabelle verzeichnet in Form eines in sich geschlossenen Rechenschemas die Güterströme, die zwischen den zu Wirtschaftsbereichen zusammengefassten homogenen Produktionseinheiten eines Wirtschaftsraums in einer bestimmten Periode – i.d.R. einem Jahr – fließen. Außerdem zeigt sie die Lieferungen der Produktionsbereiche an die Bereiche der letzten Verwendung (früher: Endnachfrage) und den Einsatz von Primärinputs in den einzelnen Wirtschaftsbereichen. Alle Transaktionen stellen Wertströme dar, die in Währungseinheiten zu jeweiligen Preisen oder zu konstanten Preisen eines Basisjahres ausgedrückt sind. Dabei steht die Produktion, verstanden als ein Prozess, in dem verschiedene Inputs – Güter (Waren und Dienstleistungen) und Leistungen der Produktionsfaktoren – kombiniert werden, um andere Güter – Outputs – zu erzeugen, im Mittelpunkt des Interesses. Inputs und Outputs bestehen aus zwei Arten: Inputs aus dem Verbrauch von produzierten Gütern (Vorleistungsbezüge bzw. intermediäre Inputs) und dem Einsatz von Primärinputs, Outputs aus den für die Weiterverarbeitung bestimmten Vorleistungsgütern (Vorleistungslieferungen, Zwischennachfrage bzw. intermediäre Outputs) und den an die letzte Verwendung gelieferten Gütern (autonome Outputs). Diese Unterscheidung kommt explizit in den Input-Output-Tabellen der folgenden Tabelle zum Ausdruck.

Kernstück des deskriptiven Rechenschemas ist der *I. Quadrant*, auch Zentralmatrix genannt. Er beschreibt die *Vorleistungsverflechtung* in einer Volkswirtschaft (Matrix X); Grundlage dieser intermediären bzw. intersektoralen Verflechtung sind die im Rahmen der Produktionsprozesse zirkulierenden Güter. Für jeden der n Produktionsbereiche wird zeilenweise die Verteilung der Vorleistungsprodukte auf die Wirtschaftsbereiche der Zwischennachfrage und spaltenweise die Zusammensetzung der bezogenen Vorleistungen nach ihrer bereichsweisen Herkunft gezeigt. Wenn z.B. der Bereich i mit x Einheiten zur Produktion des Bereichs j beiträgt, bringt das der Felderwert x_{ij} zum Ausdruck, der zugleich einen Teil des gesamten intermediären Outputs x_i und einen Teil des gesamten intermediären Inputs x_j darstellt.

Der *II. Quadrant* der Tabelle wird von der *letzten Verwendung* bzw. der *Endnachfrage* gebildet. Er beschreibt die direkte Verflechtung der produzierenden Bereiche mit den Endnachfragebereichen (Matrix Y); ihm liegen die in der Volkswirtschaft nicht weiter zirkulierenden Güter zugrunde. Zeilenweise wird für jeden Produktionsbereich die Verteilung seiner Endprodukte auf die m Bereiche der letzten Verwendung (i.d.R. Private Konsumausgaben, Kon-

sumausgaben des Staates, Bruttoanlageinvestitionen, Vorratsveränderung, Export) nachgewiesen, spaltenweise die inländische sektorale Herkunft der von jedem Verwendungsbereich bezogenen Outputs angegeben. Trägt z.B. der Produktionsbereich i mit y Einheiten zur Befriedigung des Endnachfragebereichs 2 bei, so kommt das im Felderwert y_{i2} zum Ausdruck; er stellt einen Teil der Befriedigung der letzten Verwendung y_i durch den Bereich i und einen Teil der Inlandsnachfrage $y_{.2}$ des Verwendungsbereichs 2 dar.

Der *III. Quadrant* beschreibt die *Entstehung der primären Inputs* in den einzelnen Produktionsbereichen (Matrix P). Zeilenweise zeigt er die Verteilung der k primären Inputs auf die n Produktionsbereiche und spaltenweise die von jedem Produktionsbereich eingesetzten verschiedenen primären Inputs. Trägt z.B. der Produktionsbereich j mit p Einheiten zur Entstehung des Primärinputs 2 bei, spiegelt sich das im Felderwert p_{2j} wider, der zugleich einen Bruchteil von p_2 und einen Bruchteil von p_j repräsentiert. Als primäre Inputs werden in der gesamtwirtschaftlichen I. in der Regel Abschreibungen, Produktionssteuern und Importabgaben abzüglich Subventionen, Arbeitnehmerentgelte und der Betriebsüberschuss netto (früher: Einkommen aus Unternehmertätigkeit und Vermögen) erfasst. Auch die Importe von Vorleistungsgütern können im III. Quadranten ausgewiesen werden; das bedeutet, dass in dieser Darstellung die importierten Vorleistungsgüter als primärer Produktionsfaktor angesehen werden.

Obwohl die drei angeführten Quadranten für die Produktionsbereiche eine vollständige Input-Output-Tabelle abgeben, werden sie im Allgemeinen um einen IV. Quadranten ergänzt, der die Beziehungen zwischen den Primärinputs und der letzten Verwendung bzw. der Endnachfrage beschreibt (Matrix Q). Zeilenweise wird die Verteilung der k primären Inputs auf die m Bereiche der letzten Verwendung und spaltenweise die Art der von jedem Verwendungsbereich eingesetzten primären Inputs gezeigt. Die I. und II. Quadranten zusammengenommen ergeben zeilenweise die Gesamtoutputs, die I. und III. Quadranten entsprechend spaltenweise die Gesamtinputs der n Produktionsbereiche. In beiden Fällen handelt es sich um den Bruttoproduktionswert x , d.h., für jeden der n Produktionsbereiche ist Zeilensumme = Spaltensumme. Diese Gleichheit ist für die Bereiche der letzten Verwendung und die Primärinputs nicht bereichsweise, sondern nur summarisch gegeben ($y_i = p_i$); sie besagt, dass die Entstehungsseite gleich der Verwendungsseite des Inlandsprodukts ist.

Tabelle A.4.1: Schema einer Input-Output-Tabelle

Output an: Input von:	Produktionssektoren							Zwischennachfrage beziehungsweise Summen der primären Inputs	Endnachfrage-Bereiche				Endnachfrage	Produktionswerte beziehungsweise Gesamt-Outputs	
	1	2	3	...	j	...	n		1	2	...	m			
Produktionssektoren	1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	$x_{1.}$	y_{11}	y_{12}	...	y_{1m}	y_1	x_1
	2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	...	x_{2j}	...	x_{2n}	$x_{2.}$	y_{21}	y_{22}	...	y_{2m}	y_2	x_2
	3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	...	x_{3j}	...	x_{3n}	$x_{3.}$	y_{31}	y_{32}	...	y_{3m}	y_3	x_3

	i	x_{i1}	x_{i2}	x_{i3}	...	x_{ij}	...	x_{in}	$x_{i.}$	y_{i1}	y_{i2}	...	y_{im}	y_i	x_i

	n	x_{n1}	x_{n2}	x_{n3}	...	x_{nj}	...	x_{nn}	$x_{n.}$	y_{n1}	y_{n2}	...	y_{nm}	y_n	x_n
Vorleistungskäufe beziehungsweise Endnachfrage-Bezüge	$x_{.1}$	$x_{.2}$	$x_{.3}$		$x_{.j}$		$x_{.n}$	$x_{.}$	y_{-1}	y_{-2}		y_{-m}	y_{-1}	x	
Bereiche der primären Inputs	1	p_{11}	p_{12}	p_{13}	...	p_{1j}	...	p_{1n}	$p_{1.}$	q_{11}	q_{12}	...	q_{1m}	$q_{1.}$	x_{p1}
	2	p_{21}	p_{22}	p_{23}	...	p_{2j}	...	p_{2n}	$p_{2.}$	.	.	...	.	.	x_{p2}
	.	.	.	.	|||	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	.
	k	p_{k1}	p_{k2}	p_{k3}	...	p_{kj}	...	p_{kn}	$p_{k.}$	.	.	...	.	.	x_{pk}
Primäre Inputs	p_1	p_2	p_3	...	p_j	...	p_n	$p_{.}$	q_1	q_2	...	q_m	$q_{.}$	x_p	
Produktionswerte beziehungsweise Gesamt-Inputs	x_1	x_2	x_3	...	x_j	...	x_n	x	x_{y1}	x_{y2}	...	x_{ym}	x_y	z	

INVERSE LEONTIEF-KOEFFIZIENTEN

Die inversen Leontief-Koeffizienten werden aus den Input-Koeffizienten im I. Quadranten der Input-Output-Tabelle der inländischen Produktion und Importe oder der Input-Output-Tabelle der inländischen Produktion berechnet. Dabei werden die Inputkoeffizienten von der Einheitsmatrix abgezogen und die resultierende Matrix invertiert. Der inverse Koeffizient im Tabellenfeld der Zeile i und Spalte j zeigt, wie viel Güter der Art i insgesamt zusätzlich benötigt werden, um eine weitere Einheit der Güter der Art j für die letzte Verwendung bereitstellen zu können. Dabei wird sowohl der direkte Einsatz der Vorleistungsgüter i zur Produktion von j berücksichtigt wie auch der indirekte Einsatz von i, der benötigt wird, um Vorleistungsgüter von j auf allen vorgelagerten Produktionsstufen herzustellen.

So wurden 1987 nach der IO-Tabelle zur Produktion von Straßenfahrzeugen im Wert von 1 Mill. DM in Deutschland produziertes Eisen und Stahl im Wert von 15000 DM direkt eingesetzt. Zur Herstellung der anderen Vorleistungsgüter des Straßenfahrzeugbaus (Blech u. Ä.) wurden 1987 dagegen zusätzlich Eisen

und Stahl im Wert von 50000 Euro aus deutsche Produktion verbraucht. Es wird also mit den inversen Leontief-Koeffizienten die gesamte Abhängigkeit der Produktionsbereiche untereinander aufgrund der Produktionsverflechtung berücksichtigt.

Die inversen Leontief-Koeffizienten - vereinfachend auch inverse Koeffizienten genannt - sind ein wichtiges Instrument der IO-Analyse. Unter den Annahmen des offenen statischen Leontief-Modells kann mit ihrer Hilfe z. B. quantifiziert werden, wie die Beschäftigungswirkungen in den einzelnen produzierenden Bereichen und der Volkswirtschaft sind, wenn sich die Endnachfrage nach einer Gütergruppe ändert. Im Preismodell kann unter der Annahme der vollkommenen Preisüberwälzung ermittelt werden, welche Einflüsse von einem preisbestimmten Faktor in einem Bereich (z. B. Lohnerhöhung) auf alle anderen Preise in der Volkswirtschaft ausgehen können. Für Zwecke der IO-Analyse werden insbesondere die inversen Leontief-Koeffizienten genutzt, die aus der IO-Tabelle der inländischen Produktion berechnet werden.

INPUT-OUTPUT-TABELLEN DES STATISTISCHEN BUNDESAMTES (DESTATIS)

Die Konzepte und Abgrenzungen der IO-Tabellen von Destatis entsprechen den Regeln des ESVG (Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen) 1995. Die amtlichen IO-Tabellen müssen zusammen mit den ebenfalls im Rahmen der IO-Rechnung erstellten Aufkommens- und Verwendungstabellen nach der ESVG-Verordnung regelmäßig an das Statistische Amt der Europäischen Gemeinschaften (Eurostat) geliefert werden. Bei den IO-Tabellen von Destatis handelt es sich um *Produktionsverflechtungstabellen*, in denen in möglichst vollständiger Form die Güterströme zwischen den Bereichen der Volkswirtschaft und mit der übrigen Welt dargestellt werden. Die Produktionsbereiche dieses Tabellentyps sind rein gütermäßig abgegrenzt. Das DIW berechnete dagegen Marktverflechtungstabellen, die ein Bild der Markttransaktionen zwischen institutionell abgegrenzten Bereichen geben sollen.

Im Folgenden werden die IO-Tabellen von Destatis, die voll in die VGR integriert sind, anhand eines stark vereinfachten Beispiels erläutert.

Die Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes setzen sich aus drei Matrizen (Quadranten) – Matrix der Vorleistungsverflechtung, Matrix der Endnachfrage, Matrix der Primärinputs und des Aufkommens – zusammen. In einer *Spalte* der Matrix der *Vorleistungsverflechtung* (I. Quadrant) wird dargestellt, wie viel Vorleistungsgüter aus welchen liefernden Bereichen in einem Produktionsbereich im Zuge der Produktion verbraucht werden. In einer *Zeile* der Matrix wird gezeigt, wie viel Vorleistungsgüter eines liefernden Bereichs in den verschiedenen Produktionsbereichen verbraucht werden. In den Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes wird die Vorleistungsverflechtung nach 59 liefernden und 59 empfangenden Bereichen dargestellt. Für spezielle Auswertungen liegen auch Input-Output-Tabellen mit je 71 liefernden und empfangenden Bereichen vor. Die hier zu beschreibende stark zusammengefasste I. unterscheidet aus Vereinfachungsgründen nur drei Bereiche:

Der Primäre Bereich umfasst die Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei. Zum Sekundären Bereich (Produzierendes Gewerbe) zählen Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe, Energie- und Wasserversorgung sowie das Baugewerbe. Der Tertiäre Bereich schließlich enthält alle Dienstleistungsbereiche wie Handel, Gastgewerbe und Verkehr, Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleister sowie öffentliche und private Dienstleister.

Die *Matrix der Endnachfrage* (II. Quadrant) beschreibt die letzte Verwendung von Gütern der liefernden Bereiche nach einzelnen Kategorien (Konsumausgaben privater Haushalte im Inland, Konsumausgaben des Staates einschließlich Konsumausgaben privater Organisationen ohne Erwerbszweck, Bruttoinvestitionen, Exporte).

Die Zeile Gütersteuern abzüglich Gütersubventionen unterhalb des I. und II. Quadranten zeigt den Übergang von der Verwendung der Güter bewertet zu Herstellungspreisen auf die Verwendung der Güter bewertet zu Anschaffungspreisen.

In der *Matrix des Primärinputs und des gesamten Aufkommens* (III. Quadrant) werden für die einzelnen Produktionsbereiche die Wertschöpfung und ihre Bestandteile, die Produktionswerte, die Importe gleichartiger Güter und das gesamte Aufkommen an Gütern aus inländischer Produktion und aus Importen nachgewiesen.

Zusammenfassend betrachtet beschreiben die Spalten des I. und III. Quadranten die *Inputstrukturen*; sie zeigen, welche und wie viel Inputs für die Produktion der Produktionsbereiche erforderlich sind. Die Zeilen des I. und II. Quadranten beschreiben die *Outputstrukturen*. Sie zeigen, wie das gesamte Aufkommen an Gütern - das gleich der gesamten Verwendung von Gütern ist - in der Volkswirtschaft und der übrigen Welt (Exporte) verwendet wird.

Für die stark verkleinerte Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes der drei zusammengefassten Bereiche wird also gezeigt,

Tabelle A.4.2: Input-Output-Tabelle 1997 zu Herstellungspreisen mit gütermäßiger Aufgliederung der Importe, in Mrd. DM

Empfangender Bereich Liefernder Bereich	Produktionsbereiche			Endnachfrage				Gesamte Verwendung
	Primärer Bereich	Sekundärer Bereich	Tertiärer Bereich	Konsumausgaben privater Haushalte im Inland	Konsumausgaben des Staates 1	Bruttoinvestitionen	Exporte	
Vorleistungsverbrauch				letzte Verwendung				
Erzeugnisse des								
Primären Bereiches	3	73	7	27	-	5	9	124
Sekundären Bereiches	22	1 063	306	543	-	629	825	3 388
Tertiären Bereiches	18	501	1 249	1 208	777	98	145	3 996
Gütersteuern abzüglich Gütersubventionen	2	13	63	220	-	58	-2	354
Primärinputs								
Wertschöpfung								
Sonstige Produktionsabgaben abzüglich sonstige Subventionen	-4	7	11					
Arbeitnehmerentgelt im	18	719	1 237					
Abschreibungen und Nettobetriebsüberschuss	30	271	1 023					
Aufkommen an Gütern								
Produktionswert	89	2 647	3 896					
Importe	35	741	100					
Gesamtes Aufkommen	124	3 388	3 996					

1 Einschl. Konsumausgaben privater Organisationen ohne Erwerbszweck.

– wie sich das gesamte Aufkommen an Gütern aus inländischer Produktion und aus Importen zusammensetzt (III. Quadrant);

– wie diese Güter verwendet werden (Zeilen des I. und II. Quadranten), wobei zwischen der intermediären Verwendung der einzelnen Produktionsbereiche (Verbrauch von Vorleistungsgütern) und der letzten Verwendung (Konsumausgaben privater Haushalte im Inland, Konsumausgaben des Staates einschließlich Konsumausgaben privater Organisationen ohne Erwerbszweck, Bruttoinvestitionen, Exporte) unterschieden wird;

– welche Inputs bei der Produktion der Güter eingesetzt werden (Spalten des I. und III. Quadranten), wobei zwischen intermediären Inputs und Primärinputs (Wertschöpfungskomponenten) unterschieden wird. Die Wertschöpfung ist aufgeteilt in sonstige Produktionsabgaben abzüglich sonstiger Subventionen, Arbeitnehmerentgelt im Inland sowie Abschreibungen und Nettobetriebsüberschuss.

So wurden 1997 beispielsweise Produkte des Primären Bereiches in Höhe von 89 Mrd. DM im Inland produziert und im Wert von 35 Mrd. DM importiert.

Das gesamte Aufkommen von Erzeugnissen dieses Bereiches betrug somit 124 Mrd. DM; dieser Wert stand zur Verwendung in der Volkswirtschaft zur Verfügung. Zeile 1 im I. und II. Quadranten zeigt die Aufteilung nach verschiedenen Verwendungskategorien. Beispielsweise wurden Erzeugnisse des Primären Bereiches in Höhe von 73 Mrd. DM als Vorleistungen im Sekundären Bereich verbraucht und 27 Mrd. DM gingen direkt in die Konsumausgaben privater Haushalte im Inland. Wichtigste Inputs bei der Erzeugung von Produkten des Sekundären Bereiches waren Vorprodukte (Vorleistungen) desselben Bereiches in Höhe von 1.063 Mrd. DM sowie Arbeitnehmerentgelte im Inland in Höhe von 719 Mrd. DM.

Die in den Input-Output-Tabellen dargestellten Angaben über das Güteraufkommen und seine Verwendung in tiefer Gliederung nach produzierenden und verwendenden Bereichen können vielfältigen Verwendungszwecken im Rahmen der Wirtschaftsbeobachtung und gesamtwirtschaftlichen Analysen dienen. Die Wissenschaft nutzt die Input-Output-Tabellen von Destatis auch als Basis für ökonomische Modelle, um mit deren Hilfe die Folgen konkreter Ereignisse oder politischer Entscheidungen abschätzen zu können.

ANHANG 5: EXKURS 2: KLASSIFIKATIONEN

Statistiken setzen eine Klassifizierung zu vergleichender Daten voraus. Das Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken „PB“ (Produktionsbereiche, bzw. spezifische Klassifikation der Gütermatrizen „SIO8“) und das Warenverzeichnis der Außenhandelstatistik „WA“ sind Grundlage für die statistische Einordnung von Wirtschaftsdaten. Die Übergänge zwischen den einzelnen Klassifikationen sind festgelegt und werden jedes Jahr den Änderungen in der Klassifikationen angepasst.

Warenverzeichnis der Außenhandelstatistik (WA) beinhaltet ungefähr 14.000 Positionen (Jahr 2008), geteilt in 99 Kapitel – siehe Auszug, Tabelle A.5.1.

Das WA dient der Klassifizierung der Waren für die Statistik des Warenverkehrs

– mit den Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaften (Intrahandel) und

– mit den Drittländern (Extrahandel)

und ist damit die Grundlage für die Darstellung von Außenhandelsergebnissen in tiefer fachlicher Gliederung.

Um veränderte Anforderungen in Bezug auf Statistik und Handelspolitik, die Erfüllung internationaler Verpflichtungen, technische oder wirtschaftliche Entwicklungen und die Notwendigkeit einer Angleichung oder Präzisierung des Wortlauts zu berücksichtigen und auch die Datenlieferanten zu entlasten, wird regelmäßig eine Reihe von Änderungen in der kombinierten Nomenklatur beschlossen.

Eine Zusammenstellung aller wesentlichen Änderungen und eine ausführliche Gegenüberstellung der Warennummern 2009/2008 kann im Internet (www.destatis.de) abgerufen werden.

Tabelle A.5.1: Auszug aus der WA-Klassifikation

WA-Nr.	WA-Text	
01011010	Reinrassige Zuchttiere, Pferde, lebend	St
01011090	Reinrassige Zuchttiere, Esel, lebend	St
01011100	Pferde als reinrassige Zuchttiere (bis 2001)	St
01011910	Pferde, and., zum Schlachten (bis 2001)	St
01011990	Pferde, and., lebend (bis 2001)	St
01012010	Esel, lebend (bis 2001)	St
01012090	Maultiere u. Maulesel, lebend (bis 2001)	St
01019011	Pferde, and., zum Schlachten	St
01019019	Pferde, and., lebend	St
01019030	Esel, lebend	St
01019090	Maultiere u. Maulesel, lebend	St
01021010	Färsen als reinrassige Zuchttiere	St
01021030	Kühe als reinrassige Zuchttiere	St
01021090	Rinder als reinrassige Zuchttiere	St
01029005	Hausrinder, lebend, bis 80 kg	St
01029021	Hausrinder, zum Schlachten, 80 - 160 kg	St
01029029	Hausrinder, and., lebend, 80 - 160 kg	St
01029041	Hausrinder, zum Schlachten, 160 - 300 kg	St
01029049	Hausrinder, lebend, 160 - 300 kg	St
01029051	Färsen, zum Schlachten, über 300 kg	St
01029059	Färsen, lebend, über 300 kg	St
01029061	Kühe, zum Schlachten	St
01029069	Kühe, lebend	St
01029071	Hausrinder, zum Schlachten	St
01029079	Hausrinder, lebend	St
01029090	Rinder, lebend	St
01031000	Schweine als reinrassige Zuchttiere	St
01039110	Hausschweine, lebend, bis 50 kg	St
01039190	Schweine, lebend, bis 50 kg	St
01039211	Sauen, lebend, 160 kg u. mehr	St
01039219	Hausschweine, and., lebend, 50 kg u. mehr	St
01039290	Schweine, lebend, 50 kg u. mehr	St
01041010	Schafe als reinrassige Zuchttiere	St
01041030	Lämmer	St
01041080	Schafe, lebend	St
01042010	Ziegen als reinrassige Zuchttiere	St
01042090	Ziegen, lebend	St
01051111	Hühner: Legerassen: Zucht-, Vermehrungsküken	St
01051119	Hühner: and. Zucht-, Vermehrungsküken bis 185 g	St
01051191	Hühner, Legerassen, lebend	St
01051199	Hühner, and., lebend	St
01051200	Truthühner, lebend	St

Tabelle A.5.1: Auszug aus der WA-Klassifikation (Fortsetzung)

WA-Nr.	WA-Text	
01051920	Gänse, lebend	St
01051990	Enten u. Perlhühner, lebend	St
01059200	Hühner, lebend, bis 2000 g	St
01059300	Hühner, lebend, über 2000 g	St
01059910	Enten, and., lebend	St
01059920	Gänse, and., lebend	St
01059930	Truthühner, and., lebend	St
01059950	Perlhühner, and., lebend	St
01060010	Hauskaninchen, lebend (bis 2001)	St
01060020	Tauben, lebend (bis 2001)	St

Das Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken (bzw. Produktionsbereiche – PB) 2002 dient dazu, Daten über produzierte Güter aus den Bereichen Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe sowie Energie- und Wasserversorgung nachzuweisen (bzw. Erweiterung um die Bereiche Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd, Forstwirtschaftliche Erzeugnisse, Fische und Fischereierzeugnisse und Dienstleistungsbereich).

Derartige Informationen werden u. a. von den Unternehmen benötigt, um Absatzmärkte und Marktchancen analysieren und beurteilen zu können. Die Verknüpfung mit dem Warenverzeichnis für die Außenhandelsstatistik (WA) eröffnet darüber hinaus die Möglichkeit, produktions- und außenhandelsstatistische Daten zu vergleichen, um beispielsweise die Inlandsverfügbarkeit von Produkten zu ermitteln oder die Importabhängigkeit bestimmter Gütermärkte zu analysieren.

Das Güterverzeichnis baut auf einer Liste von Produkten für eine europäische Produktionsstatistik (PRODCOM-Liste) auf. Soweit es für nationale Zwecke erforderlich war, wurden die achtstelligen Production Communautaire (PRODCOM bezeichnet das EU-System der Produktionsstatistik im Bergbau und im Sachgüterbereich)-Positionen im Güterverzeichnis weiter untergliedert (Neunsteller).

An der Erarbeitung dieser Klassifikationen waren zahlreiche Wirtschaftsverbände, die fachlich zuständigen Behörden und andere Institutionen maßgeblich beteiligt. Als Ergebnis ist eine hierarchisch gegliedertes Güterverzeichnis mit 30 zweistelligen Güterabteilungen, 116 dreistelligen Gütergruppen, 206 vierstelligen Güterklassen, 564 fünfstelligen

Güterkategorien, 1204 sechsstelligen Güterunterkategorien und 6147 neunstelligen Güterarten entstanden, die eine statistische Zuordnung aller produzierten Waren und industriellen Dienstleistungen erlaubt. Den Güterarten sind die eigentlichen Meldeummern zugeordnet, nach denen die Unternehmen und Betriebe zur Produktionserhebung Bericht erstatten.

Beispiel:

Die Güterart:
Weinessig 1587 11 300

gehört zur Güterunterkategorie:
Speiseessig 1587 11

in der Güterkategorie:
Speiseessig; Soßen, zusammengesetzte Würzmittel;
Senfmehl und Senf 1587 1

in der Güterklasse:
Würzen und Soßen 1587

in der Gütergruppe:
Sonstige Nahrungsmittel
(ohne Getränke) 158

in der Güterabteilung:
Nahrungs- und Futtermittel sowie
Getränke 15

Für die VGR-Zwecke wird die achtstellige Modifikation des Güterverzeichnisses (SIO8-Klassifikation) mit ungefähr 3.000 Güterarten genutzt – siehe Tabelle A.5.2.

Tabelle A.5.2: Auszug aus der SIO8 (PB8)-Klassifikation

SIO8-Nr.	SIO8-Text
0111100	Hartweizen
0111200	Spelz zur Aussaat, Weichweizen
0111300	Mais
0111400	Rohreis (Paddy-Reis)
0111500	Gerste
0111600	Roggen, Hafer
0111700	Anderes Getreide
01112130	Pflanzkartoffeln
01112190	Andere Kartoffeln
01112200	Trockene, ausgelöste Hülsenfrüchte, geschält u. Ä.
01112300	Wurzeln oder Knollen von Maniok, Maranta u. Ä.
01113000	Ölsamen und ölhaltige Früchte
01114000	Tabak, unverarbeitet
01115000	Zur Zuckerherst. verwendete Pflanzen (Zuckerrüben)
01116000	Stroh und Futter
01117100	Baumwolle, weder gekrempelt noch gekämmt
01117900	Jute, Flachs, Hanf, u. Ä.
01118000	Naturkautschuk
01119100	Pflanzen, hauptsächlich zur Herstellung von Parfüm
01119200	Samen von Zuckerrüben und Futterpflanzen
01119300	Anderere rohe pflanzliche Stoffe
01121100	Wurzel- und Knollengemüse
01121200	Tomaten, Gurken und Cornichons, Erbsen, Bohnen
01121300	Anderes Gemüse, a.n.g.
01122000	Lebende Pflanzen; Schnittblumen und Knospen
01131100	Tafeltrauben
01131200	Andere Trauben (Wein)
01132100	Kokos-, Para- und Kaschu-Nüsse, Bananen, Datteln
01132200	Zitrusfrüchte, frisch oder getrocknet
01132330	Äpfel, Birnen, Quitten
01132350	Aprikosen, Kirschen, Pfirsiche, Pflaumen u. a.
01132370	Beeren, frisch (einschl. Johannisbeeren)
01132390	Andere Früchte (z. B. Papaya-Früchte, Johannisbrot)
01132400	Oliven; andere Schalenfrüchte
01133100	Kaffee, weder geröstet noch entkoffeiniert
01133400	Kakaobohnen u. Kakaobohnenbruch, roh od. geröstet
01133900	Tee, Mate
01134000	Gewürze, unverarbeitet
01199999	Sonst. Güter d. Pflanzenbaus
01211130	Zuchttiere, reinrassig
01211150	Rinder mit einem Gewicht von mehr als 300 kg
01211230	Kälber m. einem Gew. von 160 kg oder weniger
01211250	Rinder m. einem Gew. von mehr als 160 kg - 300 kg
01212000	Kuhmilch, roh

Tabelle A.5.3: Die Verknüpfung WA und SIO8 (Auszug)

WA-Nr.	WA-Text		SIO8	SIO8-Text
01011010	Reinrassige Zuchttiere, Pferde, lebend	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01011090	Reinrassige Zuchttiere, Esel, lebend	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01011100	Pferde als reinrassige Zuchttiere (bis 2001)	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01011910	Pferde, and., zum Schlachten (bis 2001)	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01011990	Pferde, and., lebend (bis 2001)	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01012010	Esel, lebend (bis 2001)	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01012090	Maultiere u. Maulesel, lebend (bis 2001)	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01019011	Pferde, and., zum Schlachten	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01019019	Pferde, and., lebend	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01019030	Esel, lebend	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01019090	Maultiere u. Maulesel, lebend	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01021010	Färsen als reinrassige Zuchttiere	St	01211130	Zuchttiere, reinrassig
01021030	Kühe als reinrassige Zuchttiere	St	01211130	Zuchttiere, reinrassig
01021090	Rinder als reinrassige Zuchttiere	St	01211130	Zuchttiere, reinrassig
01029005	Hausrinder, lebend, bis 80kg	St	01211230	Kälber m. einem Gew. von 160 kg oder weniger
01029021	Hausrinder, zum Schlachten, 80 - 160 kg	St	01211230	Kälber m. einem Gew. von 160 kg oder weniger
01029029	Hausrinder, and., lebend, 80 - 160 kg	St	01211230	Kälber m. einem Gew. von 160 kg oder weniger
01029041	Hausrinder, zum Schlachten, 160 - 300 kg	St	01211250	Rinder m. einem Gew. von mehr als 160 kg - 300 kg
01029049	Hausrinder, lebend, 160 - 300 kg	St	01211250	Rinder m. einem Gew. von mehr als 160 kg - 300 kg
01029051	Färsen, zum Schlachten, über 300 kg	St	01211250	Rinder m. einem Gew. von mehr als 160 kg - 300 kg
01029059	Färsen, lebend, über 300 kg	St	01211250	Rinder m. einem Gew. von mehr als 160 kg - 300 kg
01029061	Kühe, zum Schlachten	St	01211250	Rinder m. einem Gew. von mehr als 160 kg - 300 kg
01029069	Kühe, lebend	St	01211250	Rinder m. einem Gew. von mehr als 160 kg - 300 kg
01029071	Hausrinder, zum Schlachten	St	01211250	Rinder m. einem Gew. von mehr als 160 kg - 300 kg
01029079	Hausrinder, lebend	St	01211250	Rinder m. einem Gew. von mehr als 160 kg - 300 kg
01029090	Rinder, lebend	St	01211250	Rinder m. einem Gew. von mehr als 160 kg - 300 kg
01031000	Schweine als reinrassige Zuchttiere	St	01231030	Zuchttiere, reinrassig
01039110	Hauschweine, lebend, bis 50 kg	St	01231090	Andere Schweine
01039190	Schweine, lebend, bis 50 kg	St	01231090	Andere Schweine
01039211	Sauen, lebend, 160 kg u. mehr	St	01231090	Andere Schweine
01039219	Hauschweine, and., lebend, 50 kg u. mehr	St	01231090	Andere Schweine
01039290	Schweine, lebend, 50 kg u. mehr	St	01231090	Andere Schweine
01041010	Schafe als reinrassige Zuchttiere	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01041030	Lämmer	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01041080	Schafe, lebend	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01042010	Ziegen als reinrassige Zuchttiere	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01042090	Ziegen, lebend	St	01221000	Schafe, Ziegen, Pferde, Esel, Maultiere
01051111	Hühner: Legerassen: Zucht-, Vermehrungsküken	St	01241000	Geflügel, lebend
01051119	Hühner: and. Zucht-, Vermehrungsküken bis 185 g	St	01241000	Geflügel, lebend
01051191	Hühner, Legerassen, lebend	St	01241000	Geflügel, lebend
01051199	Hühner, and., lebend	St	01241000	Geflügel, lebend
01051200	Truthühner, lebend	St	01241000	Geflügel, lebend
01051920	Gänse, lebend	St	01241000	Geflügel, lebend
01051990	Enten u. Perlhühner, lebend	St	01241000	Geflügel, lebend
01059200	Hühner, lebend, bis 2000 g	St	01241000	Geflügel, lebend
01059300	Hühner, lebend, über 2000 g	St	01241000	Geflügel, lebend

Tabelle A.5.3: Die Verknüpfung WA und SIO8 (Auszug) (Fortsetzung)

WA-Nr.	WA-Text		SIO8	SIO8-Text
01059910	Enten, and., lebend	St	01241000	Geflügel, lebend
01059920	Gänse, and., lebend	St	01241000	Geflügel, lebend
01059930	Truthühner, and., lebend	St	01241000	Geflügel, lebend
01059950	Perlhühner, and., lebend	St	01241000	Geflügel, lebend
01060010	Hauskaninchen, lebend (bis 2001)	St	01251000	Andere lebende Tiere
01060020	Tauben, lebend (bis 2001)	St	01251000	Andere lebende Tiere

Die Verknüpfung des Güterverzeichnisses (im Projekt als SIO8-Klassifikation) mit dem Warenverzeichnis für die Außenhandelsstatistik (WA) verwendet die Gliederungskategorien des WA als Bausteine zur Beschreibung und Definition der Güterarten des Güterverzeichnisses. Dieser Ansatz – naturgemäß nur auf transportierbare Waren bezogen – eröffnet die Möglichkeit, produktions- und außenhandelsstatistische Daten zu vergleichen, um beispielsweise die Inlandsverfügbarkeit von Produkten zu ermitteln oder die Importabhängigkeit bestimmter Gütermärkte zu analysieren (siehe Beispiel: Tabelle A.5.3).

Die **Gütermatrizen** beschreiben die Verwendung der ca. 3000 Produkte der SIO8-Klassifizierung nach 120 Produktionsbereichen (PB 120, Kombination: PB-Zweisteller, PB-Dreisteller und PB-Viersteller⁵⁴). Die **Input-Output-Tabellen** des Statistischen Bundesamtes werden in der PB 71 – Gliederung erstellt. Offizielles Maß des europäischen Input-Output-Tabellen-Lieferungsprogramm (Eurostat) ist PB 60. Und als aggregierte Gliederung der Verkehrstatistik für die Transportgüter wird PB 40 in die Berechnung integriert – die Übergänge zwischen den einzelnen Gliederungen sind fest definiert (siehe Tabelle A.5.4).

54 Die ersten zwei (bzw. drei) Nummer-Positionen der achtstelligen Gliederung.

Tabelle A.5.4: Übergänge zwischen PB 120, PB 71, PB 60 und PB 40

Lfd. Nr.	Text	PB 120	PB 71	PB 60	PB 40
1	Landwirtschaft	01	01	01	01
2	Forstwirtschaft	02	02	02	02
3	Fischerei u. Fischerz.	05	05	05	05
4	Steinkohlenbergbau	10.1			
5	Braunkohlenbergbau	10.2	10	10	10
6	Torfgew. u. Veredl.	10.3			
7	Gew. v. Erdöl, Erdgas	11	11	11	11
8	Uranerze	12	12	12	12
9	Erzbergbau	13	13	13	13
10	Steine und Erden	14	14	14	14
11	Fleischverarb.	15.1			
12	Fischverarb.	15.2			
13	Obstverarb.	15.3			
14	H. v. Ölen, Fetten	15.4			
15	Milchverarb.	15.5	15.1-15.8	15	15
16	H. v. Mehl Stärke u. Ä.	15.6			
17	H. v. Futtermittel	15.7			
18	Son. Ern.-gew.	15.8			
19	Getr.-herst.	15.9	15.9		
20	Tabakverarb.	16	16	16	16
21	Textilgew.	17	17	17	17
22	Bekl.-gew.	18	18	18	18
23	Ledergew.	19	19	19	19
24	Sägewerke	20.1-2			
25	H. v. Fertighbaut a. Holz	20.3-5	20	20	20
26	H. v. Zellstoff, Papier, Karton	21.1	21.1		
27	Papierverarb.	21.2	21.2	21	21
28	Verlage	22.1	22.1		
29	Druckereien	22.2		22	22
30	Verv. v. Bild u. Ton	22.3	22.2-22.3		
31	Kokereien	23.1			
32	Mineralölverarb.	23.2	23	23	23
33	Spalt- u. Brutstoffe	23.3			
34	Pharmazie	24.4	24.4		
35	Restl. Chemische Industr.	24r	24r	24	24
36	H. v. Gummiwaren	25.1	25.1		
37	H. v. Kunststoffw.	25.2	25.2	25	25
38	H. u. Verarb v. Glas	26.1	26.1		
39	Keramik, Fliesen	26.2-3		26	26
40	Ziegelei, son. Bauker.	26.4-8	26.2-26.8		
41	Erz. v. Roheisen	27.1			
42	H. v. Rohren	27.2	27.1-27.3		
43	Son. 1. Bearb.- stufe	27.3		27	27
44	Erz. v. NE-Metall	27.4	27.4		
45	Gießereien	27.5	27.5		

Tabelle A.5.4: Übergänge zwischen PB 120, PB 71, PB 60 und PB 40 (Fortsetzung)

Lfd. Nr.	Text	PB 120	PB 71	PB 60	PB 40
46	Stahl- u. L.-Met.-bau	28.1			
47	Kessel- u. Beh.-bau	28.2			
48	H. v. Dampfkesseln	28.3			
49	H. v. Schmiedeteilen	28.4	28	28	28
50	Oberfl.-veredl.	28.5			
51	H. v. Schneidwaren	28.6			
52	Sonst. EBM-Waren	28.7			
53	H. v. Masch.	29.1-6			
54	H. v. Haush.-geräten	29.7	29	29	29
55	H. v. Büromasch.	30	30	30	30
56	H.v. Ger. z. Elek.-erzeug.	31	31	31	31
57	Rundfunk u. Ferns.	32	32	32	32
58	Feinmechanik, Optik	33	33	33	33
59	Kfz-Herst.	34	34	34	34
60	Schiffbau	35.1			
61	Schienerfahrz.	35.2			
62	Luft- u. Raumfz.	35.3	35	35	35
63	H. v. Krafträdern	35.4			
64	Fahrzeugh. ang	35.5			
65	H. v. Möbeln	36.1			
66	H. v. Schmuck u. ä. Erz.	36.2			
67	H. v. Musikinstr.	36.3			
68	H. v. Sportger.	36.4	36	36	36
69	H. v. Spielwaren	36.5			
70	H.v. sonst. Erz.	36.6			
71	Recycling	37	37	37	37
72	Elektr. vers.	40.1	40.1, 40.3		
73	Gasvers.	40.2	40.2	40	40

LITERATUR

AG Energiebilanzen e.V.: www.ag.energiebilanzen.de, vollständige Energiebilanzen für Deutschland.

Bleses, Peter, Greiner, Ulrich, Heinze, Angela, Ritter, Liane: Verflechtung der deutschen Wirtschaft mit dem Ausland – Ergebnisse der Input-Output-Rechnung als Instrument zur Politikberatung, in: Wirtschaft und Statistik 1/2008.

Bringezu, Stefan: Materializing policies for sustainable use and economy-wide management of resources: Biophysical perspectives, socio-economic options and a dual approach for the European Union, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal Paper No. 160, 2006.

Brümmerhoff, Dieter, Lützel, Heinrich: Lexikon der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, 3., völlig überarbeitete Auflage, R. Oldenbourg Verlag München Wien, 2002.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR): www.bgr.de, Bundesrepublik Deutschland Rohstoffsituation 2002.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): www.bafa.de, Nicht-Eisen- Metallfachstatistik.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): www.bafa.de, Amtliche Mineralölstatistik für die Bundesrepublik Deutschland.

Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft – Institut für Ökonomie, Statistisches Bundesamt – Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Die Waldgesamtrechnung als Teil einer integrierten ökologischen und ökonomischen Berichterstattung, UGR-Online-Publikation, Hamburg und Wiesbaden, 2006.

Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft – Institut für Ökonomie, Statistisches Bundesamt – Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Waldgesamtrechnung für Deutschland 1993–2004, Ergebnisse und Tabellen, UGR-Online-Publikation, Hamburg und Wiesbaden, 2006.

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.): Verkehr in Zahlen 2007/2008. Verantwortlich für den Inhalt: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin 2007.

Bundesregierung: Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung – Berlin 2002.

Bundesregierung: Fortschrittsbericht 2008 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie – Für ein nachhaltiges Deutschland, Berlin 2008.

Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V.: www.bvse.de, Marktdaten Sekundärrohstoffe.

Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen (BDSV): www.bdsv.de, Marktdaten Stahlrecyclingwirtschaft.

Buyny, Šárka: Berechnung direkter und indirekter Materialflüsse, Projektbericht, Statistisches Bundesamt, August 2005, unveröffentlicht.

Buyny, Šárka, Klink, Steffen, Lauber, Ursula u. Thomas, Joachim: Umweltökonomische Aspekte der Globalisierung, Teil 2: CO₂-Emissionen des internationalen Güter- und Personenverkehrs, in: Wirtschaft und Statistik, 2/2008.

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW): www.diw.de, Nach wie vor große Bedeutung metallischer Rohstoffe, in: Wochenbericht des DIW Berlin 44/2002.

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW): Forschungsvorhaben im Auftrag des Statistischen Bundesamtes „Möglichkeiten der Erfassung länderübergreifender Materialströme mit Hilfe von internationalen Input-Output-Verflechtungen“, Berlin 1996.

Deutsches Kupferinstitut: www.kupfer-institut.de.

EcoTransIT: Knörr, W., Reuter, C.: Ecological Transport Information Tool – Environmental Methodology and Data; Update. IFEU, Heidelberg 2005.

EEFA GmbH: Rohstoffeinsatz in hochindustrialisierten Volkswirtschaften – ein strukturprägender Faktor, Forschungsvorhaben im Auftrag des Gesamtverbandes des deutschen Steinkohlenbergbaus, Münster, Berlin 2005.

European Confederation of Iron and Steel Industries: www.eurofer.org, Steel Statistics.

European Fusion Development Agreement: www.efda.org

Europäische Kommission: Thematische Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen, Brüssel 2005. http://ec.europa.eu/environment/natres/pdf/com_natres_de.pdf, 2.11.2007.

Eurostat: <http://ec.europa.eu/eurostat>, Economy-wide material flow accounts and derived indicators – A methodological guide, edition 2000, Luxemburg 2001.

Eurostat: <http://ec.europa.eu/eurostat>, Energy balance sheets.

Forschungsstelle für Energiewirtschaft: Ganzheitliche Bilanzierung von Grundstoffen und Halbzeugen, Teil III Metalle, Auftraggeber: Bayerische Forschungsförderung, München 1999.

Forschungszentrum Karlsruhe (FZK): www.fzk.de, Stoffströme metallischer Rohstoffe.

Gesamtverband der Aluminiumindustrie (GDA): www.aluinfo.de, Aluminium in Zahlen.

Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung: Importe und Exporte von gefüllten Verpackungen, Wiesbaden 2005, unveröffentlicht.

Grund, Sabina: Zink-Recycling auf höchstem Niveau – ökologischer Vorsprung durch innovative Verfahren und geschlossene Stoffkreise, in: Wasser Luft Betrieb 11-12/ 2006.

Institut für Baustoff-Forschung (FEHs): www.fehs.de, Dokument: „Was sind Eisenhüttenschlacken?“ (<http://www.fehs.de/dtpages/schlacken/schlacken.html>).

IFEU – Institut für Energie und Umwelt: Ermittlung und Bereitstellung von Koeffizienten zum Rohstoffeinsatz bei Importgütern, im Auftrag des Statistischen Bundesamtes, Heidelberg 2007, http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UmweltoekonomisheGesamtrechnungen/Endbericht_ifeu.property=file.pdf.

IFEU – Institut für Energie und Umwelt: EcoTransit: Environmental Methodology and Data – Update – July 2005, Heidelberg.

Institut Feuerverzinken: www.feuverzinken.com.

International Iron & Steel Institute (IISI): www.worldsteel.org, Steel Statistical Yearbook 2004.

International Iron & Steel Institute (IISI): www.worldsteel.org, World Steel in Figures.

International Lead Association: www.ila-lead.org.

International Stainless Steel Forum (ISSF): www.worldstainless.org, Steel-Statistics.

International Zinc Association: www.iza.com.

Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Institut für Ökonomie: Aktualisierung und Fortschreibung der bestehenden Tabellen zur Waldgesamtrechnung, Projekt im Auftrag des Statistischen Bundesamtes, Wiesbaden 2008, unveröffentlicht.

Lauber, Ursula: Gesamtwirtschaftlicher Rohstoffeinsatz im Rahmen der Materialflussrechnungen, in: Wirtschaft und Statistik, 3/2005.

Lucas, Rainer, Röhr, Anja, Scharp, Michael u. Bleischwitz, Raimund: Das Rohstoffsystem Kupfer – Status Quo, Perspektiven und Handlungsbedarf aus Sicht einer nachhaltigen Ressourcenpolitik, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, UBA, Hintergrundpapier zum Projekt: Verbesserung von Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung, Arbeitsstand 2007.

Nickel Institute: www.nickelinstitute.org, Nickel & Its Uses.

Ritthoff, Michael, Liedtke, Christa u. Merten, Thomas: Der Werkstoff Stahl und seine Anwendung, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Umweltbundesamt, 2007.

Rodrigues, Joao u. Giljum, Stefan: The accounting of indirect material requirements in material flow-based indicators, SERI Working Paper Nr. 3, Wien, 2004.

Schoer, Karl: Calculation of direct and indirect material inputs by type of raw material and economic activities; in London Group Meeting 19–21 June 2006.

Schoer, Karl: Direkter Materialinput in Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffarten; in: 8. Weimarer Kolloquium, Ressourceneffizienz im Kontext der Nachhaltigkeitsdebatte – Tagungsunterlagen, 26.–27. Oktober 2006.

Schoer, Karl u. Schweinert, Stefan: Verwendung von Primärmaterial nach Produktionsbereichen und Materialarten 1995 bis 2002, in: Wirtschaft und Statistik 7/2005.

Schütz, Helmut u. Bringezu, Stefan: Ressourcenverbrauch von Deutschland – aktuelle Kennzahlen und Begriffsbestimmungen, Umweltbundesamt Texte 02/08, Dessau 2008. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3426.pdf>,

Schweinert, Stefan: „Nationales Handbuch Materialkonto“, Band 13 der Schriftenreihe „Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen“, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden 2004.

Stahl Online (S-O), www.stahl-online.de, Stahl in Zahlen.

Statistisches Bundesamt (www.destatis.de): Außenhandelsstatistik (Fachserie 7) und Produktionsstatistik (Fachserie 4 / Reihe 3.1).

Statistisches Bundesamt: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Indikatorenbericht 2006, Wiesbaden 2007.

Statistisches Bundesamt (www.destatis.de): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland – Indikatorenbericht 2008, Wiesbaden 2008.

Statistisches Bundesamt: Umweltnutzung und Wirtschaft – Bericht und Tabellenband zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2007.

Statistisches Bundesamt (www.destatis.de): Umweltnutzung und Wirtschaft – Bericht und Tabellenband zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2008.

Statistisches Bundesamt (www.destatis.de): Umweltökonomische Aspekte der Globalisierung, Pressekonferenz zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen am 13.11.2007

Statistisches Bundesamt (www.destatis.de): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Input-Output-Rechnung (Fachserie 18/ Reihe 2).

Statistisches Bundesamt (www.destatis.de): Warenverzeichnis für die Außenhandelstatistik, jeweils letzte verfügbare Ausgabe.

Statistisches Bundesamt (www.destatis.de): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei; Wachstum und Ernte (Fachserie 3/ Reihe 3.2.1).

Stocker, Andrea: Ökonomisches Subsystem (Power-Point – Präsentation für Workshop „Ökoeffizienz und Nachhaltigkeit“, SERI); Dezember 2004.

The European Foundry Association (CAEF, Der Europäische Gießereiverband): www.caef.org, statistische Daten der Gießereiindustrie.

United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-Operation and Development, World Bank (2003) (Hrsg.): Integrated Environmental Economic Accounting 2003, Studies in methods, Series F, No.61, Rev.1.

U.S. Geological Survey (USGS): www.usgs.gov, weltweite Rohstoffdaten.

Verbandes Deutscher Papierfabriken e.V.: www.vdp.de, statistische Kurzinformation deutscher Zellstoff- und Papierfabriken, jährliche Daten.

Weisz, Helga: Accounting for raw material equivalents of traded goods. A comparison of input-output approaches in physical, monetary, and mixed units., Institute for Social Ecology, University Klagenfurt, Wien, 2006.

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, www.uni-muenster.de, Alustudie 98.

Wirtschaftsvereinigung Metalle (WVM), www.wvmetalle.de, Metallstatistik.

Wirtschaftsvereinigung Stahl – Verein Deutscher Eisenhüttenleute, www.stahl-online.de, Statistisches Jahrbuch der Stahlindustrie.

Zwer, Reiner: Internationale Wirtschafts- und Sozialstatistik, 2., aktualisierte u. erw. Auflage, München, Wien, Oldenburg, 1986.

Kontakt:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Telefon: (0340) 21 03-0
Email: info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Statistisches Bundesamt
Gustav-Stresemann-Ring 11
65189 Wiesbaden
Telefon: (0611) 75-1
Email: www.destatis.de/Kontakt
Internet: www.destatis.de

© 2009 Umweltbundesamt