

UBA Texte 62/2016

Umweltforschungsplan des  
Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3711 12 102  
UBA-FB-002349

## **Rohstoffe für Deutschland Bedarfsanalyse für Konsum, Investition und Export auf Makro- und Mesoebene**

von

Sven C. Kaumanns  
Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen,  
Bonn

Ursula Lauber  
Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen,  
Wiesbaden

Statistisches Bundesamt  
Umweltökonomische Gesamtrechnungen  
Gustav-Stresemann-Ring 11  
65189 Wiesbaden

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Abschlussdatum August 2014

## Kurzbeschreibung

Die Bundesregierung spricht sich dafür aus, Rohstoffe sparsam und effizient zu nutzen. Hierfür ist es unerlässlich, den Umfang der direkten und indirekten Rohstoffnutzung zu kennen und zu identifizieren, was diese Nutzung beeinflusst. In diesem Projekt werden methodische Überlegungen angestellt, um sowohl das direkte und indirekte Rohstoffaufkommen als auch insbesondere deren Verwendung in möglichst tiefer Gliederung darzustellen. Entsprechende Ergebnisse für die Jahre 2000 sowie 2008, 2009 und 2010 werden präsentiert. Als einer der Haupttreiber der Rohstoffnutzung wird der Export identifiziert.

Zusätzlich werden Indikatoren zur Rohstoffnutzung diskutiert, die sowohl Vergleiche im Zeitablauf als auch zwischen einzelnen Staaten ermöglichen sollen. Im Ergebnis kommt der Bericht zu dem Schluss, dass abiotische Indikatoren gegenüber solchen, die Biomasse enthalten, vorzuziehen sind. Für internationale Vergleiche stellen sich dabei die letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) pro Kopf bzw. der Konsum in Rohstoffäquivalenten pro Kopf als aussagekräftig heraus. Für die Darstellung der inländischen Entwicklungen eignen sich der RMC sowie die physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten (RTB). Als Produktivität (Relation einer monetären Outputgröße zu einem massebezogenen Inputfaktor) bieten sich verwendungsbezogen ein Quotient aus letzter inländischer Verwendung und der letzten inländischen Verwendung in Rohstoffäquivalenten ( $\frac{C+G+I}{RMC} = \frac{BIP+M-X}{RMC}$ ) bzw. produktionsbezogen ein Quotient aus letzter Verwendung und der letzten Verwendung in Rohstoffäquivalenten ( $\frac{C+G+I+X}{RMI} = \frac{BIP+M}{RMI}$ ), die sogenannte Gesamtrohstoffproduktivität, an.

## Abstract

The federal government is in favour of economical and efficient use of raw materials. For this purpose it is essential to know to which extent raw materials are directly and indirectly used and to identify what these usages affect. In this project methodological considerations are made to represent both, the direct and indirect raw material input and in particular the direct and indirect raw material use in the lowest possible division. Corresponding results for the years 2000 and 2008 to 2010 are presented. Exports are identified as one main driver of raw material use.

In addition, indicators are discussed for the use of raw materials that should allow comparisons over time and between countries. It is concluded that abiotic indicators compared to those containing biomass are preferable. For international comparisons, domestic final use in raw materials equivalents (RMC) or consumption in raw material equivalents (both) per capita turned out to be meaningful and relevant indicators. The same applied to RMC and the physical trade balance in raw material equivalents (RTB): As productivity (a relation of a monetary output over a material input) both a production or a used-based option exist. The used-based option would be domestic final use over domestic final use in raw materials equivalents ( $\frac{C+G+I}{RMC} = \frac{GDP+M-X}{RMC}$ ). The production-based option would be final use over final use in raw materials equivalents ( $\frac{C+G+I+X}{RMI} = \frac{GDP+M}{RMI}$ ), i.e. the Raw Material Input Productivity.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	9
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	9
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	10
<b>Zusammenfassung</b> .....	13
<b>Summary</b> .....	19
<b>1 Ausgangslage, Projektauftrag und Definitionen</b> .....	24
1.1 Ausgangslage und Auftrag .....	24
1.2 Rohstoffe, Entnahmen.....	25
1.3 Erläuterung der Materialflussindikatoren .....	25
1.4 Rohstoffäquivalente im Spannungsfeld zwischen Inlands- und Inländerkonzept .....	27
<b>2 Schätzung der Rohstoffäquivalente</b> .....	28
2.1 Einleitung .....	28
2.2 Evaluierung der bisherigen Berechnung für die Jahre 2000 bis 2008 .....	29
2.2.1 Evaluierung der LCA-Koeffizienten und der Materialstromtabellen .....	30
2.2.1.1 Einführung .....	30
2.2.1.2 Evaluierung der LCA-Koeffizienten .....	30
2.2.1.3 Evaluierung der Materialstromtabellen .....	30
2.2.1.4 Evaluierung LCA-Repräsentanten .....	32
2.2.2 Berücksichtigung von Sekundärrohstoffen.....	32
2.2.2.1 Konzeptionelle Überlegungen .....	32
2.2.2.2 Überschneidung der Materialflussrechnung mit der Abfallgesamtrechnung .....	34
2.3 Zusammenfassung der Evaluierung.....	34
2.4 Modifiziertes Rechenmodell .....	35
2.4.1 Grundmodell .....	35
2.4.2 Erze .....	35
2.4.2.1 Schätzung der Metalläquivalente .....	35
2.4.2.2 Schätzung der Sekundärmetalle .....	37
2.4.3 Sonstige mineralische Rohstoffe.....	38
2.4.3.1 Einführung .....	38
2.4.3.2 Sand, Kies, gebrochene Natursteine .....	39
2.4.3.3 Naturwerksteine .....	39
2.4.3.4 Kalkstein und Gips .....	40
2.4.3.5 Tone .....	40
2.4.3.6 Quarzsand .....	40

2.4.3.7	Natriumchlorid	41
2.4.3.8	Düngemittelminerale	41
2.4.3.9	Chemische und sonstige Mineralien	41
2.4.3.10	Nebenrechnung Glas	42
2.4.4	Fossile Energieträger.....	43
2.4.4.1	Einführung	43
2.4.4.2	Sonderrechnung elektrische Energie	43
2.4.4.3	Braunkohle	45
2.4.4.4	Steinkohle	46
2.4.4.5	Erdöl	46
2.4.4.6	Erdgas	46
2.4.5	Biotische Rohstoffe.....	46
2.4.5.1	Einleitung	46
2.4.5.2	Pflanzliche Biomasse aus der Landwirtschaft	47
2.4.5.3	Biomasse aus der Forstwirtschaft	48
2.4.5.4	Biomasse aus Fischerei und Jagd	49
2.4.6	Zusammenfassung Sekundärrohstoffe .....	50
2.4.7	Zusammenfassung der Gliederung nach Rohstoffen/Rohstoffgruppen .....	50
2.4.8	Untergliederung nach Produktionsbereichen resp. Gütergruppen.....	51
2.4.9	Evaluierung des modifizierten Schätzverfahrens .....	52
3	Evaluierung der Materialflussindikatoren.....	55
3.1	Einleitung .....	55
3.2	Materialflussindikatoren in Rohstoffäquivalenten .....	55
3.2.1	Erstmaliges Aufkommen in Rohstoffäquivalenten (RMI).....	55
3.2.2	Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) .....	56
3.2.3	Aufkommens- und verwendungsseitige Betrachtungsweise der Rohstoffäquivalente .....	57
3.2.4	Produktionsbereiche vs. Gütergruppen.....	59
3.3	Indikatorenzusammenhang auf globaler Ebene.....	59
3.4	Einbeziehung der ungenutzten Entnahme.....	60
3.4.1	Einleitung.....	60
3.4.2	Definition und Abgrenzung zur genutzten Entnahme.....	60
3.4.3	Erfassung, Ressourcenarten und Mengen .....	61
3.4.4	Interpretation .....	62
3.4.5	Methodische und technische Probleme .....	62
3.4.6	Ergebnis und Zusammenfassung.....	63

3.5	Einbeziehung von biotischen Rohstoffen .....	63
3.5.1	Einbeziehung von biotischen Rohstoffen in Rohstoffäquivalenten .....	63
3.5.2	Flächenindikator .....	65
3.6	Indikatoren auf Basis von NAS/PTB/RTB.....	66
3.6.1	Net addition to stock (NAS) .....	66
3.6.2	Physische Handelsbilanz (PTB bzw. RTB) .....	67
3.6.3	Zusammenfassung.....	68
4	Produktivitäten auf Basis der Rohstoffäquivalente.....	69
4.1	Einleitung .....	69
4.2	Gesamtwirtschaftliche Indikatoren .....	69
4.3	Herleitung von konsistenten Produktivitäten .....	70
4.3.1	Einführung .....	70
4.3.2	Konsistente Produktivitäten für Indikatoren der MFA in Rohstoffäquivalenten .....	71
4.3.3	Beziehungen zwischen VGR und MFA (nicht in RME).....	72
4.3.4	Ergebnis und daraus resultierende Produktivitäten .....	73
4.3.5	Weitere diskutierte „Produktivitäten“ .....	74
5	Bedürfnisfelder.....	76
6	Empfehlung für Indikatoren .....	77
6.1	Zusammenführung der bisherigen Erkenntnisse .....	77
6.2	Empfehlungen für Indikatoren auf Basis von Rohstoffäquivalenten.....	78
7	Treiber des Ressourcenverbrauches .....	79
7.1	Einführung.....	79
7.2	Situation.....	80
7.2.1	Insgesamt .....	80
7.2.2	Erze .....	80
7.2.3	Fossile Energieträger.....	80
7.2.4	Sonstige mineralische Rohstoffe.....	80
7.2.5	Biotische Rohstoffe.....	81
7.2.6	Physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten.....	81
7.3	Entwicklung .....	81
7.3.1	Übersicht .....	81
7.3.2	Aufkommenseitig .....	82
7.3.2.1	Erstmaliges Aufkommen in Rohstoffäquivalenten	82
7.3.2.2	Inländische Entnahme	83
7.3.2.3	Importe in Rohstoffäquivalenten	83

7.3.3	Verwendungsseitig .....	84
7.3.3.1	Letzte Verwendung in Rohstoffäquivalenten	84
7.3.3.2	Exporte in Rohstoffäquivalenten	84
7.3.3.3	Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten	84
7.3.4	Physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten .....	85
7.4	Zusammenfassung .....	86
8	Anhang .....	87
8.1	Exkurs IOT Analyse .....	87
8.1.1	Input-Output-Tabellen .....	87
8.1.2	Inverse Leontief-Koeffizienten.....	89
8.1.3	Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes (StBA).....	89
8.2	Tabellen und Übersichten.....	93
9	Literaturverzeichnis .....	103

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Doppelzählungen beim RMI .....	56
Abbildung 2:	RMI, RMC und deren Komponenten.....	57
Abbildung 3:	Tabellenkopf der Tabelle A1 .....	58
Abbildung 4:	Schema einer Input-Output-Tabelle .....	88
Abbildung 5:	Input-Output Tabelle 1997 zu Herstellungspreisen .....	91

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Intensitäten fossiler Energieträger (in Mill. t) je direkter und indirekter Verwendung elektrischer Energie (in TWh) nach Jahren .....	45
Tabelle 2:	Entwicklung der empfohlenen Indikatoren .....	79
Tabelle 3:	Entwicklung der Vergleichsindikatoren .....	79
Tabelle 4:	Entwicklung wichtiger abiotischer Kennziffern (2000 = 100) .....	82
Tabelle 5:	Unterstellter Erzbedarf in t je t Metall (gerundet) .....	99

## Übersichtsverzeichnis

Übersicht 1:	Zuordnung der Verwendung chemischer und sonstigen Mineralien auf die Produktionsbereiche.....	42
Übersicht 2:	Parallelen zwischen Variablen der VGR und RME.....	58
Übersicht 3:	Volkswirtschaftliche Kennziffern .....	69
Übersicht 4:	Gegenüberstellung von volkswirtschaftlichen und Materialfluss-Kennziffern .....	73
Übersicht 5:	Konsistente Relationen aus monetären und physischen Größen .....	74
Übersicht 6:	Weitere diskutierte Relationen aus monetären und physischen Größen .....	75
Übersicht 7:	Angenommene metallurgische Zusammensetzung von Halbwaren.....	93
Übersicht 8:	Schätzung des Aufkommens metallischer Sekundärrohstoffe.....	100

## Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung
bdguss	Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BGS	British Geological Survey
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
bzw.	beziehungsweise
CN	Combined Nomenclature
COICOP	Classification of Individual Consumption According to Purpose
CPA	Classification of Products by Activity <sup>1</sup>
CPC	Central Product Classification
DEU	Domestic Extraction Used (verwertete inländische Entnahme)
DMC	Domestic Material Consumption (inländische Materialverwendung)
DMI	Direct Material Input (direkter Materialeinsatz)
DMK	Deutsches Maiskomitee
DPO / DPON	Domestic Processed Output (to Nature <sup>2</sup> )
ENTSO-E	European Network of Transmission System Operators for Electricity
EREP	European Resource Efficiency Platform
EU	Europäische Union
EUR	Euro
ESVG 2010	Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen 2010 <sup>3</sup>
ESVG 95	Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen 1995 <sup>4</sup>
etc.	et cetera (= usw.)

<sup>1</sup> Verordnung (EG) Nr. 451/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2008 zur Schaffung einer neuen statistischen Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen (CPA) und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 3696/93 des Rates

<sup>2</sup> In EU und UN Dokumenten wird regelmäßig die Abkürzung DPO, in OECD Dokumenten teilweise auch DPON verwendet.

<sup>3</sup> Anhang A der Verordnung (EU) Nr. 549/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2013 zum Europäischen System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen auf nationaler und regionaler Ebene in der Europäischen Union

<sup>4</sup> Anhang A der Verordnung (EG) Nr. 2223/96 des Rates vom 25. Juni 1996 zum Europäischen System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen auf nationaler und regionaler Ebene in der Europäischen Gemeinschaft



EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
EXP	Exporte / Ausfuhren
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FEVE	Fédération Européenne du Verre d'Emballage
GDP	Gross domestic product, -> BIP
GWS	Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH
HS	Harmonized System
HZA	Hauptzollamt
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
IMP	Importe / Einfuhren
IOT	Input-Output-Tabelle
ISIC	International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (Rev.4)
KRA	Kumulierter Rohstoffaufwand
LCA	Life-Cycle-Analysis
MFA	Material Flow Accounts (Materialflussrechnungen)
Mill.	Million
Mrd.	Milliarde
NACE	Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne (Rev. 2) <sup>5</sup>
NAS	Net Addition to Stock
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
p	vorläufig
PGM	Platinum Group Metals (Platinoide)
ProgRess	Deutsches Ressourceneffizienzprogramm - Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen
PTB	Physical Trade Balance (Physische Handelsbilanz)
RMC	Raw Material Consumption (letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten)
RME	Raw Material Equivalent (Rohstoffäquivalent)
RMI	Raw Material Input (letzte Verwendung in Rohstoffäquivalenten)
RTB	Raw Material Trade Balance (Physische Handelsbilanz in RME)
SEEA-CF	System of Environmental-Economic Accounting Central Framework
SERI	Sustainable Europe Research Institute
SITC	Standard International Trade Classification

<sup>5</sup> (Europäische Union, 2006)

StBA	Statistisches Bundesamt
SUT	Supply and Use Table (Aufkommens- und Verwendungstabelle)
t	(metrische) Tonne
TI	Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
TMC	Total Material Consumption (Gesamtmaterialverwendung)
TMI	Total Material Input (Gesamtmaterialeinsatz)
TMR	Total Material Requirement (Gesamtmaterialbedarf)
TWh	Terawattstunde
u. a.	unter anderem
UBA	Umweltbundesamt
UDE	Unused Domestic Extraction (ungenutzte inländische Entnahme)
UGR	Umweltökonomische Gesamtrechnungen
USGS	United States Geological Survey
usw.	und so weiter
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen
WI	Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

## Zusammenfassung

### Ausgangslage

Im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie erfolgt die Messung der Rohstoffnutzung mit einem als Rohstoffproduktivität<sup>6,7</sup> bezeichneten Indikators. Dieser ist (alleine) allerdings nicht in der Lage, die relevanten Aspekte der angestrebten Ressourcenschonung richtungssicher abzubilden. Unter anderem wird die durch die inländische Wirtschaft im Ausland induzierte Rohstoffverwendung nicht mit in die Betrachtung einbezogen.

Bereits im Jahr 2009 wurde mit dem Projekt „Verbesserung der Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“ (FKZ 206 93 100/2)<sup>8</sup> die Grundlage geschaffen, diese Rohstoffverwendung im Ausland zu bestimmen.

Dies ist eine notwendige Voraussetzung, um entsprechende Indikatoren zu entwickeln und die Wirkmechanismen abzubilden, die die angestrebte Ressourcenschonung beeinflussen. Sie ist hierfür allerdings noch nicht hinreichend. Neben den Informationen auf der Makroebene sind auch detaillierte Informationen erforderlich. Zudem sind unter Zuhilfenahme weiterer Daten hieraus richtungssichere Indikatoren zu entwickeln, deren Aussage zu diskutieren und Entwicklung darzustellen.

### Methodische Weiterentwicklung der Schätzmethode

Das nun durchgeführte Folgeprojekt „Evaluierung des Ressourcenverbrauchs: Ursachenanalyse und Entwicklung von Indikatoren auf Makro- und Mesoebene“ (FKZ: 3711 12 102) baut auf den Ergebnissen des oben genannten Vorprojektes auf. Ursprünglich war dabei vorgesehen, lediglich eine Disaggregation der vorliegenden Eckwerte aus dem Vorgängerprojekt zu prüfen. Es sollte untersucht werden, ob sich hieraus eine nach Rohstoffen, Produktions- und Verwendungsbereichen sowie Bedürfnisfeldern tief gegliederte Ergebnisdarstellung realisieren lässt.

Von diesem Ansatz wird allerdings abgewichen, da das bisherige Rechensystem nie auf eine derartige Darstellungsform abzielte und es als Ausgangspunkt für die gewünschten Gliederungen nicht vollständig geeignet schien. Stattdessen wird eine Variante verfolgt, bei der die Rechnungen im Wesentlichen unter Beibehaltung der Methodik von Grund auf neu aufgebaut wurden. Die durchgeführten Arbeiten gehen dabei deutlich über den ursprünglichen Projektauftrag hinaus: Es wird nicht untersucht, wie tief das Ergebnis der bisherigen Methode nachträglich vertretbar gegliedert werden kann, sondern es wird aufgezeigt, wie die Rechnungen modifiziert werden müssen, um die hier neu definierten Anforderungen soweit machbar – bei angemessener Qualität – zu erfüllen. Darüber hinaus wurden nicht nur methodische Überlegungen angestellt, sondern diese wurden auch im Rechensystem umgesetzt und es werden die daraus resultierenden Ergebnisse als Zeitreihen dargestellt.

Die unterschiedlichen Rohstoffe benötigen dabei gänzlich unterschiedliche Betrachtungsweisen, die sich aus ihren Eigenschaften wie Erneuerbarkeit, Recyclingfähigkeit und möglicher Kaskadennutzung ergeben. Ein weiteres wesentliches Element, das in die Betrachtung mit einbezogen wird, ist die Datenqualität sowie die Kompatibilität unterschiedlicher Datenquellen miteinander. Zudem wurde die Vergleichbarkeit mit internationalen und europäischen Ergebnissen mit berücksichtigt.

---

<sup>6</sup> Die Rohstoffproduktivität ist einer der 38 Schlüsselindikatoren der am 17. April 2002 vom Bundeskabinett verabschiedeten Nationale Nachhaltigkeitsstrategie "Perspektiven für Deutschland". Sie repräsentiert neben der Energieproduktivität den Themenbereich der Ressourcenschonung. Leitgedanke ist hierbei, knappe Ressourcen effizient und sparsam zu nutzen. Mittelfristiges Ziel ist, die Rohstoffproduktivität zwischen 1994 und 2020 zu verdoppeln. Langfristig soll sie vervierfacht werden.

<sup>7</sup> Streng genommen bezieht sich dieser Indikator nicht auf Rohstoffe, sondern auf Primärmaterial, wobei an dieser Stelle „Primär-“ meint, dass das Material entweder aus der inländischen Umwelt (Rohstoffe) oder aus dem Ausland (Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren) stammt.

<sup>8</sup> (Buyny, Klink, & Lauber, 2009)

Im Ergebnis wurden die Schätzmodelle validiert bzw. modifiziert, so dass nun nicht nur nach einzelnen Rohstoffarten, sondern auch nach Gütergruppen respektive Produktionsbereichen sowie Kategorien der letzten Verwendung sinnvoll gegliederte Ergebnisse bereitgestellt werden können.<sup>9</sup> Die Gliederung nach Gütergruppen bzw. Produktionsbereichen orientiert sich dabei an der CPA 2008<sup>10</sup> – der „Statistischen Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen“. Sie ist eine Zusammenfassung der Gliederung, wie sie in der monetären Input-Output-Tabelle der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) verwendet wird. Auch die Gliederung nach Kategorien der letzten Verwendung erfolgt analog den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. Somit wird es möglich, monetäre Daten aus den VGR und den hier erstellten physischen Angaben zueinander in Bezug zu setzen.

Entsprechend müssen hier die reinen, ausschließlich auf Rohstoffäquivalenten basierenden Indikatoren von denen unterschieden werden, die die Rohstoffäquivalente zusätzlich in Bezug zu monetären volkswirtschaftlichen oder demographischen Informationen setzen.

Die Gliederung nach Rohstoffen und Rohstoffgruppen orientiert sich am nationalen Materialkonto, allerdings mit einigen Abweichungen. Insbesondere werden bereits absehbare Änderungen im nationalen Materialkonto vorweggenommen, die entweder auf europäischen Anforderungen oder neueren Erkenntnissen basieren. So wird unter anderem die Gliederung nach Rohstoffen auf der höchsten Ebene an die Gliederung gemäß Anhang III der Verordnung über europäische umweltökonomische Gesamtrechnungen<sup>11</sup> angelehnt.<sup>12</sup> Eine Unterteilung in Bau- und Industriemineralien, wie bisher im Materialkonto, findet nicht mehr statt. Zudem wurden die im nationalen Materialkonto unter Energieträger klassifizierten Uran- und Thoriumerze zum Bereich Erze verschoben. Der Torf wird – der Systematik beim Erdöl folgend unabhängig von seiner tatsächlichen Verwendung – unter dem Bereich der fossilen Energieträger klassifiziert. Des Weiteren fanden kleinere Re-Klassifizierungen innerhalb des Bereiches der sonstigen mineralischen Rohstoffe statt.

Gleichzeitig gab es geringfügige Änderungen bei der Definition der genutzten Entnahme von Rohstoffen. Dies betrifft den Bereich des Fischfangs: Hier wird im Materialkonto auf die Anlandung der inländischen Flotte abgestellt. Bei der Berechnung der Rohstoffäquivalente wird das Fanggewicht als Entnahme zugrunde gelegt.

### **Sekundäre Rohstoffe**

Eine weitere Neuerung im Vergleich zu den aus dem Projekt „Verbesserung der Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“ (FKZ 206 93 100/2) hervorgegangen Schätzungen der Rohstoffäquivalente ist die Betrachtung von sekundären Rohstoffen. Diese verlieren nun ihren „primären Rohstoffrucksack“ nicht mehr vollständig. Somit gehen auch die Rohstoffrucksäcke der Sekundärrohstoffe bei der Berechnung der Rohstoffäquivalente in dem Umfang mit ein, wie diese primäre Rohstoffe ersetzen. Folglich entsteht neben dem Aufkommen aus Entnahme bzw. Importen auch ein Rohstoffaufkommen aus der Nutzung sekundärer Rohstoffe. Da diese bereits bei der primären Nutzung in der aktuellen oder einer Vorperiode als Entnahme oder Import erfasst wurden, entsteht erst einmal eine Mehrfachzählung. Um diese Mehrfachzählungen zu kompensieren, wird das Aufkommen der Sekundärrohstoffe ausgedrückt in Rohstoffäquivalenten bei den Vorratsveränderungen wieder in Abzug gebracht.<sup>13</sup> Diese Einbeziehung der

---

<sup>9</sup> Die Ergebnisse sind in dem zu diesem Bericht gehörenden Tabellenband detailliert und für die Jahre 2000, 2008, 2009, 2010 und vorläufig auch für 2011 wiedergegeben (nur elektronisch verfügbar).

<sup>10</sup> Vgl. (Europäische Union, 2008)

<sup>11</sup> (Europäische Union, 2011)

<sup>12</sup> Es ist geplant, zukünftig auch das nationale Materialkonto entsprechend der europäischen Gliederung darzustellen.

<sup>13</sup> Das inländische Aufkommen der Rohstoffäquivalente der Sekundärrohstoffe wird als Vorratsveränderung beim Produktionsbereich 38.3 (Dienstleistungen der Rückgewinnung von Wertstoffen; Sekundärrohstoffe) abgezogen. Eine Ausnahme

Sekundärrohstoffe wirkt sich insbesondere auf die Höhe der Im- und Exporte in Rohstoffäquivalenten – und somit auch auf den RMI – aus. Folglich trägt das inländische Aufkommen an Sekundärmetallen vollständig zu einer Reduktion des Erzbedarfes für die letzte inländische Verwendung bei. Im- und Exporte hingegen werden durch diese Methodik grundsätzlich in Erzäquivalenten, d. h. Äquivalenten des ursprünglichen Rohstoffs, angegeben. Dabei ist es unerheblich, ob diese Im- bzw. Exporte direkt aus primärem Material oder aus Sekundärmaterial erstellt wurden.

### **Ergebnisgliederung**

Im Ergebnis stehen Abschätzungen für die Verwendung in Rohstoffäquivalenten in vergleichsweise tiefer, mehrdimensionaler Gliederung (nach Rohstoffgruppen, Produktionsbereichen bzw. Gütergruppen, Verwendungskategorien bzw. Aufkommenskategorien) zur Verfügung. Hierbei ist methodisch die aufkommenseitige Betrachtung (inländische Entnahme und Importe) von der verwendungseitigen Betrachtung (Konsum, Investitionen, Exporte) zu differenzieren. In der Summe ergeben beide Seiten denselben Wert – in der Betrachtung nach Rohstoffäquivalenten gilt ja eine Massenerhaltung. Allerdings erfolgen unterschiedliche Allokationen: Während aufkommenseitig die Allokation zu den Produktionsbereichen erfolgt, die die Rohstoffe entnehmen bzw. Güter nach Deutschland importieren, erfolgt verwendungseitig die Allokation zu denjenigen Produkten bzw. Produktgruppen, die der letzten Verwendung (Inland oder Export) dienen. Die Ergebnisgliederung der Rohstoffäquivalente wird im Folgenden dargestellt:

- ▶ 24 Produktionsbereiche (aufkommenseitig) bzw. Produktgruppen (verwendungseitig)<sup>14</sup>
  1. Landwirtschaft, Fischerei, Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse
  2. Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen
  3. Kohle, Erdöl, Erdgas, Kokerei- und Mineralölerzeugnisse
  4. Erze, Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse und Dienstleistungen
  5. Textilien, Bekleidung, Leder- und Lederwaren
  6. Holz, Papier, Druck
  7. Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse, Gummi- und Kunststoffwaren
  8. Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden
  9. Metallerzeugnisse
  10. Elektrische, elektronische und optische Erzeugnisse
  11. Maschinen
  12. Fahrzeuge
  13. Möbel und Waren anderweitig nicht genannt
  14. Reparatur, Instandhaltung und Installation von Maschinen und Ausrüstungen
  15. Energieversorgung
  16. Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung
  17. Dienstleistungen der Abwasser-, Abfallentsorgung und Rückgewinnung
  18. Bau
  19. Handel
  20. Verkehr
  21. Beherbergungs- und Gastronomiedienstleistungen
  22. Unternehmensdienstleistungen
  23. Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistungen
  24. persönliche Dienstleistungen
- ▶ Vier aggregierte Rohstoffgruppen unterteilt in 19 detaillierte Rohstoffgruppen<sup>15</sup>

---

bildet hier die Baurohstoffe: Für diese geschieht die Verrechnung als Vorratsveränderung im Produktionsbereich 41 bis 43 (Bau)

<sup>14</sup> Die Gliederung orientiert sich an der Classification of Products by Activity (CPA).

- Erze
  - Eisen- und Manganerze
  - Nichteisenerze, darunter
    - Kupfererze
    - Bauxit
- Fossile Energieträger
  - Braunkohlen
  - Steinkohlen
  - Erdöl
  - Erdgas
- Sonstige mineralische Rohstoffe
  - Düngemittelminerale
  - Chemische Mineralien
  - Natriumchlorid
  - Quarzsande
  - Kalkstein, Gips
  - Sand, Kies, gebrochene Natursteine
  - Naturwerksteine
  - Tone
- Biomasse
  - Landwirtschaft
  - Forstwirtschaft
  - Fischerei und Jagd
- ▶ Rohstoffaufkommen und Rohstoffverwendung
  - Rohstoffaufkommen
    - inländische Entnahme
    - Importe
  - Rohstoffverwendung
    - inländisch
      - Konsum
      - Ausrüstungen und sonstige Anlagen
      - Bauten
      - Vorratsveränderungen
    - Export

Um neben Querschnitts- auch Längsschnittbetrachtungen zu ermöglichen, wurden neben den Berechnungen für das Jahr 2010 auch Neuberechnungen für die Jahre 2008 und 2009 sowie 2000 vorgenommen.<sup>16</sup>

### **Indikatoren**

Basierend auf den so neu berechneten und mehrdimensional gegliederten Angaben zu Rohstoffäquivalenten werden aussagefähige und sicher interpretierbare Indikatoren zur Ressourcennutzung diskutiert. Soweit Vergleichsgrößen aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen herangezogen werden, wird hierbei Wert darauf gelegt, dass zu den Rohstoffflussgrößen die passenden Größen aus

---

<sup>15</sup> Die genaue Zusammensetzung ist im Abschnitt 1.4 sowie im zugehörigen Tabellenband ersichtlich.

<sup>16</sup> Detaillierte Ergebnisse für das Jahr 2011 konnten während der Projektlaufzeit nicht ermittelt werden, da die entsprechend benötigten Informationen seitens der VGR noch nicht in hinreichender Gliederung zur Verfügung standen. Somit konnten für das Jahr 2011 lediglich vorläufige Eckzahlen geschätzt werden.

den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen identifiziert werden. Nur so ist zu gewährleisten, dass sich verständliche und sicher interpretierbare Indikatoren ergeben.

Die Einbeziehung der biotischen Rohstoffe, d.h. der pflanzlichen Biomasse aus der Landwirtschaft sowie der Biomasse aus Forstwirtschaft und Fischerei, in diese Indikatoren wird diskutiert und insgesamt als kritisch angesehen. Biotische Rohstoffe passen methodisch nicht vollständig in das Konzept der Rohstoffäquivalente. Ihre Einbeziehung führt bei der Aggregation über mehrere Rohstoffe partiell zu Mehrfachzählungen. Biotische Rohstoffe weisen zu einem erheblichen Ausmaß Eigenschaften von Halb- bzw. Fertigwaren auf. Ihre Erstellung erfolgt zum Großteil anthropogen, d. h. durch menschliche Aktivität veranlasst. Sie werden aus der Umwelt entnommen und innerhalb der Wirtschaft weiterverwendet (d. h. be- oder verarbeitet bzw. direkt konsumiert oder exportiert). Das heißt, sie werden kontrolliert unter Aufwendung von mineralischen Rohstoffen, fossilen Energieträgern, Fläche und Wasser produziert. Daher wird angeregt, diese biotischen Rohstoffe<sup>17</sup> nicht über einen rohstoffbezogenen Indikator zu erfassen, sondern auf die Ressourceninanspruchnahme bei ihrer Produktion (wie Fläche und abiotische Rohstoffe) abzustellen.

Im Projekt ist die Prüfung einer zusätzlichen Untergliederung nach Bedürfnisfeldern vorgesehen. Bedürfnisfelder stellen eine vollkommen neue Art der Ergebnispräsentation dar. Sie lassen sich nicht an Wirtschafts- bzw. Produktionsbereichen festmachen. Wirtschafts- bzw. Produktionsbereiche dienen regelmäßig der Erstellung von Gütern zur Befriedigung der unterschiedlichsten Bedürfnisse. Eine Zuordnung zu Bedürfnisfeldern muss auf sehr tief gegliederter Güterebene erfolgen – und auch hier ist mit Trennunschärfen zu rechnen. Mit der derzeit zur Verfügung stehenden Methodik, aufbauend auf den nationalen Input-Output-Tabellen (IOT), ist es nicht möglich, richtungssicher eine Disaggregation nach Bedürfnisfeldern vorzunehmen. Daher wird auf die Allokation nach Bedürfnisfeldern verzichtet. Detaillierte Angaben nach Kategorien der letzten Verwendung und 24 Gütergruppen gehen aber als Ergebnis aus dem unter Abschnitt 2.4 beschriebenen modifizierten Schätzverfahren hervor. Diese Informationen entsprechen zwar nicht explizit einer Gliederung nach Bedürfnisfeldern, geben aber doch ähnliche Information auf einer Disaggregationsebene, die deutlich detaillierter ist.

Letztendlich haben sich, unter Einbeziehung von Rohstoffäquivalenten, die folgenden Relationen bzw. Kennziffern als am aussagekräftigsten und besten interpretierbar herausgestellt:

#### **Für Vergleiche mit dem Ausland:**

- ▶ RMC pro Kopf (abiotisch, auch nach Rohstoffgruppen, in t/Kopf)
- ▶ Konsum in Rohstoffäquivalenten pro Kopf (abiotisch, auch nach Rohstoffgruppen, in t/Kopf)<sup>18</sup>

#### **Für die Darstellung der inländischen Entwicklungen:**

- ▶ RMC im Zeitablauf (abiotisch, auch nach Rohstoffgruppen, in t oder indiziert)
- ▶ RTB im Zeitablauf (abiotisch, auch nach Rohstoffgruppen, in t)
- ▶ Als Produktivität verwendungsbezogen: Ein Quotient aus letzter inländischen Verwendung und der letzten inländischen Verwendung in Rohstoffäquivalenten ( $\frac{C+G+I}{RMC} = \frac{BIP+M-X}{RMC}$ ) im Zeitablauf (Zähler preisbereinigt, Nenner abiotisch und auch nach Rohstoffgruppen, in Euro pro t oder indiziert)
- ▶ Als Produktivität produktionsbezogen: Die Gesamtrohstoffproduktivität, ein Quotient aus letzter Verwendung und der letzten Verwendung in Rohstoffäquivalenten ( $\frac{C+G+I+X}{RMI} = \frac{BIP+M}{RMI}$ )

<sup>17</sup> Diese beinhalten nicht die fossilen Energieträger.

<sup>18</sup> Dieser Indikator mag partiell besser geeignet sein, da weniger entwickelte Länder oftmals deutlich mehr Rohstoffe für den erstmaligen Aufbau ihrer Infrastruktur (Investitionen) benötigen, als entwickelte. Da im Rahmen der Berechnungen für dieses Projekt sich jedoch die Nutzung von Sekundärrohstoffen nur teilweise beim Konsum in Rohstoffäquivalenten und zum Großteil bei den Vorratsveränderungen zeigt, ist dies bei der Interpretation zu berücksichtigen.



im Zeitablauf (Zähler preisbereinigt, Nenner abiotisch und auch nach Rohstoffgruppen, in Euro pro t oder indiziert)

### **Quantitative Ergebnisse**

Basierend auf den oben genannten Änderungen ergibt sich für das erstmalige Aufkommen in Rohstoffäquivalenten (RMI) im Jahre 2010 ein Wert von 2,7 Mrd. t, darunter 2,3 Mrd. t abiotische Rohstoffe. Im Jahr 2000 lagen die entsprechenden Werte mit 2,6 Mrd. t bzw. 2,3 Mrd. t. auf ähnlichem Niveau. Allerdings zeigen sich bei den abiotischen Rohstoffen verwendungsseitig erhebliche Unterschiede: Während sich die letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) um rund 300 Mill. t verringerte, stieg der Export in Rohstoffäquivalenten im gleichen Umfang an. Diese Tendenz zeigt sich auch auf die einzelnen Rohstoffgruppen heruntergebrochen. Somit kann als der Haupttreiber der Rohstoffverwendung der Export ausgemacht werden.



## Summary

### Starting Point

In the sustainability strategy, the use of raw materials is measured by an indicator called Raw Material Productivity.<sup>19,20</sup> However, this indicator in itself does not suffice to reflect directionally safe the relevant aspects of the desired conservation of resources. Among others, resource use abroad induced by the domestic economy is not taken into account.

The basis to determine the resource use abroad was already provided in 2009 through the project “Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“ (FKZ 206 93 100/2)<sup>21</sup>.

This is a necessary prerequisite for the development of indicators and the depiction of mechanisms, which determine the desired conservation of resources. Still said project is not sufficient to reach these objectives. Besides information on the macro level, more detailed information is required. Furthermore, with the aid of additional data directionally safe indicators have to be developed, their message has to be discussed and developments have to be described.

### Further Development of the Estimation Method

The follow-up project „Evaluierung des Ressourcenverbrauchs: Ursachenanalyse und Entwicklung von Indikatoren auf Makro- und Mesoebene“ (FKZ: 3711 12 102) conducted now is based on the results of the project mentioned above. The original intention was to merely examine a possible disaggregation of the key figures from the first project. That is to investigate whether a presentation of the results broken down by raw material groups, production sectors, fields of use and areas of need could be realized.

We deviate from this approach, though, as the previous calculation system was never intended for such a detailed presentation and thus did not seem completely suitable for a breakdown by categories as desired. We opt for building the calculation system from scratch, while leaving the methodology essentially unchanged. The work carried out significantly exceeds the original project order. We do not only investigate to which extent the results of the original method can be broken down retrospectively, but we show how the calculations have to be modified in order to fulfill as far as possible the new requirements with adequate quality. Furthermore we did not only deliberate on methodology but also implemented these deliberations in the calculation system and showed the results as time series.

Due to characteristics such as renewability, recyclability and possible cascade use, different raw materials require completely different perspectives. Further essential elements for our considerations are data quality and compatibility of different data sources. Moreover, comparability with international and European results is taken into account.

In consequence, estimation models are validated and modified such that results can be provided not only grouped by different kinds of raw material, but also by groups of products, production sectors

<sup>19</sup> The Raw Material Productivity is one of 38 key indicators of the National Sustainability Strategy “Perspektiven für Deutschland” (“Perspectives for Germany”) which was adopted by the Federal Cabinet on April 17, 2002. It represents in conjunction with energy productivity the subject area of conservation of resources, whose guiding principle is the efficient and economic use of limited resources. The medium-term objective is to double resource productivity from 1994 till 2020. In the long run, it is intended to quadruple.

<sup>20</sup> Strictly speaking, this indicator does not refer to raw material but to primary material, where „primary” means that the material either comes from the domestic environment (raw materials) or from abroad (raw materials, semi-finished and finished goods).

<sup>21</sup> (Buyny, Klink, & Lauber, 2009)

respectively categories of final use.<sup>22</sup> The categorization by groups of products and production sectors draws on the CPA 2008<sup>23</sup> – the “Statistical Classification of Products by Activity”, and is a summary of the structure used for the monetary input-output table in national accounts. The grouping into categories of final use follows the national accounts as well. This enables us to relate monetary data from national accounting to the physical information compiled here.

Correspondingly, we have to differentiate between indicators purely based on raw material equivalents and those which additionally relate raw material equivalents to monetary economic or demographic information.

The division into raw materials and raw material groups bases mainly on the national material flow accounts, with deviations in some cases. In particular, foreseeable future changes in the national material flow account based on European requirements or new insights are anticipated. Inter alia, the division into raw materials follows on the highest level the division in accordance with annex III of the Regulation on European environmental economic accounts<sup>24, 25</sup> There is no differentiation between construction minerals and industrial minerals any more. Additionally, uranium and thorium ores, classified as energy sources in the national material flow account, are shifted to the category of ores. Peat is – following the systematics of mineral oil and irrespective of the actual utilization – classified as fossil energy source. Furthermore, there were some minor re-classifications within the section “other minerals”.

Simultaneously, the used extraction of raw materials definition was marginally changed. This concerns fishing, where the material flow accounts focus on the landings of the domestic fleet. The calculation of raw material equivalents, however, is based on the nominal catch as extraction.

### **Secondary Raw Materials**

Compared to the preceding project’s estimations, the treatment of secondary raw materials is an additional innovation. These materials do not lose their primary raw material rucksack completely any longer. The raw material rucksacks of secondary raw materials are included in the calculations to the same extent as they replace primary raw materials. Correspondingly, there is also a raw material volume due to the use of secondary raw materials besides the ones from extraction and imports. Since the former quantity was already accounted for at the point of primary use in the current or a previous period, this results in multiple counting. This multiple counting is compensated by subtracting the volume of secondary raw materials, expressed in raw material equivalents, from the “changes in inventories”.<sup>26</sup> The integration of secondary raw materials particularly affects the amount of imports and exports, expressed in raw material equivalents, and thereby the RMI. As a consequence, the domestic volume of secondary metals contributes completely to a reduction of the amount of metal ores needed for final domestic use. Following this methodology, imports and exports are, however, always expressed in metal ore equivalents, i.e. equivalents of the original raw material. It is irrelevant if imported or exported products are made of primary or secondary material.

### **Structuring of Results**

As a result we obtain estimations for material use expressed in raw material equivalents in a comparatively detailed and multi-dimensionally structured division (by raw material groups, production

---

<sup>22</sup> Results are reported in detail for the years 2000, 2008, 2009, 2010 and 2011 (preliminary results) in the separate table annex accompanying this report (electronically available only).

<sup>23</sup> Cf. (Europäische Union, 2008)

<sup>24</sup> (Europäische Union, 2011)

<sup>25</sup> It is envisaged to structure the national material flow accounts corresponding to the European structuring in future.

<sup>26</sup> The domestic volume of secondary raw materials, expressed in raw material equivalents, is subtracted as a change in inventories from production sector 38.3 (materials recovery). As an exception, for construction minerals the compensation is implemented as a change in inventories in production sector 41 to 43 (construction).

sectors or groups of products, categories of output or utilization). Methodologically, the resource side perspective (domestic extraction and imports) and the use side perspective (consumption, investment and exports) must be differentiated. The totals of both sides are identical – since the law of conservation of mass applies to calculations of raw material equivalents. However, allocations differ with the perspective: On the resource side we allocate amounts to production sectors which extract raw materials or import products to Germany, whereas on the use side we allocate amounts to products or product groups intended for final use (domestic or export). The structuring of our results for raw material equivalents is the following:

- ▶ 24 production sectors (resource side) or product groups (use side)<sup>27</sup>
  1. Agriculture, fishery, food products, beverages, tobacco products
  2. Products of forestry, logging and related services
  3. Coal and lignite, crude petroleum and natural gas, coke and refined petroleum products
  4. Metal ores, earths and stone, other mining and quarrying products and mining support services
  5. Textiles, wearing apparel, leather and related products
  6. Wood, paper, printing
  7. Chemical and pharmaceutical products, rubber and plastic products
  8. Glass, ceramics, processed earths and stone
  9. Metal products
  10. Computer, electronic and optical products, electrical equipment
  11. Machinery
  12. Vehicles
  13. Furniture and other manufactured goods
  14. Repair and installation services of machinery and equipment
  15. Electricity, gas, steam and air conditioning
  16. Natural water, water treatment and supply services
  17. Sewerage services, waste collection, treatment and disposal services, materials recovery services
  18. Trade services
  19. Transportation services
  20. Accommodation and food services
  21. Business services
  22. Information and communication services
  23. Personal services
- ▶ Four aggregated raw material groups, divided into 19 detailed raw material groups<sup>28</sup>
  - Ores
    - Iron Ores
    - Non-ferrous ores, including
      - Copper ore
      - Bauxite
  - Fossil energy sources
    - Brown coal
    - Hard coal
    - Crude oil
    - Natural gas
  - Other mineral raw materials

<sup>27</sup> The structuring follows the Classification of Products by Activity (CPA).

<sup>28</sup> The exact composition is shown in section 1.4 and in the separate table annex.

- Minerals for fertilization
- Minerals for chemistry
- Salts
- Silica sands
- Limestone, gypsum
- Sand, gravel
- Ornamental or building stone
- Clay
- Biomass
  - Agriculture
  - Forestry
  - Fishery and hunting
- ▶ Raw material input and raw material use
  - Raw material input
    - Domestic extraction
    - Imports
  - Raw material use
    - Domestic
      - Consumption
      - Machinery, equipment and other fixed assets
      - Construction
      - Changes in inventories
    - Exports

To allow for cross-sectional and longitudinal analyses, calculations were performed not only for 2010 but also for 2008, 2009 and 2000.<sup>29</sup>

### Indicators

Based on the recalculated and multi-dimensionally structured data on raw material equivalents, meaningful and interpretable indicators are discussed. When benchmarks from national accounts are used, it is ensured that national accounts quantities are identified which fit the raw material flow quantities. This is the only way to guarantee understandable and interpretable indicators.

The inclusion of biotic raw materials, i.e. plant biomass from agriculture and biomass from forestry and fishery, in the indicators is discussed but considered to be rather difficult. From a methodological point of view, biotic raw materials do not completely fit the concept of raw material equivalents. Taking them into account partially implies multiple counting when aggregates of several raw materials are calculated. Furthermore, biotic raw materials have to considerable extent characteristics of semi-finished and finished goods. Their creation is anthropogenic for the most part. They are extracted from the environment and further used within the economy (i.e. processed or directly consumed or exported). Thus, they are produced under controlled circumstances and with the help of mineral raw materials, fossil energy sources, land and water. Consequently, we suggest to exclude these biotic<sup>30</sup> raw materials from resource indicators but to take into account the resources used for their production (e.g. land and abiotic raw materials).

The project envisages the examination of an additional structuring by fields of need. This is a completely new way of presenting results. The fields of need are not determined by economic or produc-

<sup>29</sup> As the required information from national accounting was not yet available in sufficient detail, we could not derive detailed results for 2011 during the project term. Only the estimation of some preliminary key figures for 2011 could be implemented.

<sup>30</sup> Fossil energy sources are excluded here.

tion sectors. Economic or production sectors usually serve for the creation of products to satisfy various needs. An allocation to fields of need must occur on a very detailed product level – and still the differentiation can probably not always be clear-cut. Using the methodology currently available which is based on national input-output tables (IOT), a directionally safe disaggregation by fields of need is not possible at present. Therefore an allocation to fields of need is not implemented. However, as a result of the modified estimation procedure described in section 2.4 we obtain detailed information by categories of final uses and 24 product groups. This information does not explicitly correspond to a structuring by fields of need but offers similar information on a significantly more detailed level of disaggregation.

In the end, the following relations or key figures including raw material equivalents turned out to be the most convincing and most reliably interpretable ones:

**For international comparisons:**

- ▶ RMC per capita (abiotic, also by groups of raw materials, in t/capita)
- ▶ Consumption in raw material equivalents per capita (abiotic, also by groups of raw materials, in t/capita)<sup>31</sup>

**To describe domestic developments:**

- ▶ RMC over time (abiotic, also by groups of raw materials, in t or as an index)
- ▶ RTB over time (abiotic, also by groups of raw materials, in t)
- ▶ As productivity referring to the use side: A ratio of final domestic use and final domestic use expressed in raw material equivalents ( $\frac{C+G+I}{RMC} = \frac{BIP+M-X}{RMC}$ ) over time (numerator adjusted for price, denominator abiotic and also by groups of raw materials, in EUR/t or as an index)
- ▶ As productivity referring to the output side: The Raw Material Input Productivity („Gesamtrohstoffproduktivität“), a ratio of final use and final use expressed in raw material equivalents ( $\frac{C+G+I+X}{RMI} = \frac{BIP+M}{RMI}$ ) over time (numerator adjusted for price, denominator abiotic and also by groups of raw materials, in EUR/t or as an index)

**Quantitative results**

Based on the modifications mentioned above, the amount of Raw Material Input (RMI) is 2.7 billion tonnes in 2010 including 2.3 billion tonnes abiotic raw materials. The corresponding values for 2000 are on a similar level with 2.6 billion tonnes and 2.3 billion tonnes respectively. However, considerable differences can be observed for abiotic raw materials on the use side: While the final domestic use expressed in raw material equivalents (RMC) was reduced by about 300 million tonnes, exports expressed in raw material equivalents increased by the same amount. This tendency can also be observed for individual raw material groups. Thus, export is identified as the main driver for raw material use.

---

<sup>31</sup> This indicator may be partially more suitable since less developed countries often need significantly more raw materials for a first infrastructure development (investments) than developed countries. As, however, in the calculations for this project the use of secondary raw materials only partly manifests in consumption expressed in raw material equivalents but mostly manifests in the changes in inventories, this must be taken into account for the interpretation.

# 1 Ausgangslage, Projektauftrag und Definitionen

## 1.1 Ausgangslage und Auftrag

In der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“ spricht sich die Bundesregierung dafür aus, knappe Ressourcen sparsam und effizient zu nutzen - möglichst sogar Schritt für Schritt zurückzufahren, also den Verbrauch absolut zu senken (Bundesregierung, 2002). Hierfür ist es erforderlich einerseits den „Verbrauch“ oder besser den Umfang der Nutzung von Ressourcen zu kennen und andererseits zu identifizieren, was diese Nutzung beeinflusst.

Im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie erfolgt die Messung der Ressourcennutzung mit einem aus dem nationalen Materialkonto<sup>32</sup> abgeleiteten Indikator, der das Gewicht der genutzten inländischen Entnahme abiotischer Rohstoffe sowie das Gewicht der Importe abiotischer Rohstoffe sowie überwiegend abiotischer Halb- und Fertigwaren beinhaltet – der so genannten inländischen Materialverwendung<sup>33</sup>. Hierauf aufbauend wurde ein Indikator der Nachhaltigkeitsstrategie, die sogenannte Rohstoffproduktivität<sup>34</sup>, als Quotient aus Bruttoinlandsprodukt und inländischer Materialverwendung<sup>35</sup> definiert. Als Ziel strebt die Bundesregierung mittelfristig an, die Rohstoffproduktivität zwischen 1994 und 2020 zu verdoppeln. Langfristig soll sie vervierfacht werden.

Der so abgegrenzte Indikator ist allerdings nicht geeignet, Veränderungen der durch inländischen Konsum und inländische Investitionen initiierten globalen Rohstoffentnahmen angemessen darzustellen. So werden unter anderem Verlagerungen rohstoffintensiver Produktionsprozesse vom Inland ins Ausland (oder umgekehrt) durch diesen Indikator zwar erfasst, allerdings so, dass die Entwicklung des Indikators zu Fehlinterpretationen führen kann. Notwendig sind daher Indikatoren, die bei Importen den Aufwand an dafür notwendigen Rohstoffen im Ausland mit berücksichtigen und diesen Aufwand auch den unterschiedlichen inländischen Verwendungen zurechnen.

Mit dem im Jahr 2012 vom Bundesumweltministerium (BMU) und Umweltbundesamt(UBA) initiierten Vorhaben „Ressourcenpolitik“ (PolRess)<sup>36</sup> wird die Weiterentwicklung von Indikatoren in diesem Bereich erneut forciert. Ziel ist es, den Fokus vom Materialeinsatz auf die Materialverwendung in Rohstoffäquivalenten<sup>37</sup> zu erweitern und die bestehenden Indikatoren entsprechend zu ergänzen. Wird beim Materialeinsatz auf die Rohstoffmenge abgestellt, die in die inländische Wirtschaft ein- geht, so stellt die inländische Materialverwendung auf die Menge ab, die für Konsum und Investitionen im Inland benötigt wird.

Bereits im Jahr 2009 wurde mit dem Projekt „Verbesserung der Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“ (FKZ 206 93 100/2)<sup>38</sup> die Grundlage für die Abbildung des Rohstoffverbrauches der deutschen Volkswirtschaft unter Berücksichtigung des Ressourcenverbrauchs im Zusammenhang mit der Produktion der Im- und Exportgü-

<sup>32</sup> (Schweinert, 2004)

<sup>33</sup> Direct Material Input (DMI)

<sup>34</sup> Die Rohstoffproduktivität ist einer der mittlerweile 38 Schlüsselindikatoren der am 17. April 2002 vom Bundeskabinett verabschiedeten nationalen Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“. Sie repräsentiert neben den Themenbereichen Fläche und Energie den Themenbereich der Ressourcenschonung. Leitgedanke ist hierbei, knappe Ressourcen effizient und sparsam zu nutzen.

<sup>35</sup> Zur Definition der unterschiedlichen Materialflussindikatoren siehe Abschnitt 1.3.

<sup>36</sup> UFOPLAN FKZ 3711 93 103

<sup>37</sup> Die Materialverwendung ist als Kennziffer in Rohstoffäquivalenten vergleichbar mit der letzten inländischen Verwendung in der VGR.

<sup>38</sup> (Buyny, Klink, & Lauber, 2009)



ter gelegt. Für Im- und Exporte wurden mit Hilfe von Life-Cycle-Analysis - (LCA) -Koeffizienten<sup>39</sup> und Leontief-Analysen<sup>40</sup> die Rohstoffe geschätzt, die ursprünglich für ihre Produktion aufgewendet wurden. So konnte die inländische Materialverwendung um den ausländischen Rohstoffaufwand für die Importe erweitert werden. Es ergibt sich die sogenannte letzte Verwendung in Rohstoffäquivalenten (DMI in Rohstoffäquivalenten bzw. RMI). Aber auch diese Information ist für sich genommen noch kein hinreichender Indikator zur Beurteilung der Ressourceneffizienz der Produktion oder des Konsums.

Aufgabe dieses Projektes ist es nun, für bereits bestehende Indikatoren zur Ressourcennutzung die Berechnungsmethoden zu evaluieren, wenn möglich detaillierter zu untergliedern und darauf aufbauend sinnvolle Indikatoren zu diskutieren und darzustellen.

## 1.2 Rohstoffe, Entnahmen

Materialwirtschaftlich gesehen sind Rohstoffe solche Materialien, die unbearbeitet in der Umwelt vorkommen. Wird ein Rohstoff anthropogen, d. h. durch menschliche Aktivität veranlasst, aus der Umwelt entnommen und innerhalb der Wirtschaft weiterverwendet (d. h. be- oder verarbeitet bzw. direkt konsumiert oder exportiert), so zählt dessen Masse zur genutzten Entnahme.

Nicht zur genutzten Entnahme zählt Material, das während des Entnahmeprozesses aus unterschiedlichen Gründen wieder in die Umwelt eingeht. Das System of Environmental-Economic Accounting Central Framework (SEEA-CF)<sup>41</sup> bezeichnet diese als „Resource Residuals“ und unterscheidet hier drei unterschiedliche Konstellationen:<sup>42</sup>

1. Förderungsverluste, die zwar potentiell entnommen und weiterverwendet werden sollen, aber auf Grund technischer oder wirtschaftlicher Restriktionen im Wesen unverändert wieder in die Umwelt gelangen;
2. ungenutzte Entnahmen, an denen der Förderer kein wirtschaftliches Interesse hat und sie daher wieder an die Umwelt abgibt;
3. Wiedereinbringungen, die nach der ersten Entnahme zum Zwecke einer späteren erneuten Entnahme im Wesen unverändert wieder in die Umwelt abgegeben werden.

Die in diesem Projekt vorgenommene Berechnung der Rohstoffäquivalente<sup>43</sup> hat als Bezugsgröße die Masse der Rohstoffe, wie sie genutzt aus der Umwelt entnommen werden.

## 1.3 Erläuterung der Materialflussindikatoren

Im Handbuch zu den Materialflussrechnungen der Europäischen Union<sup>44</sup> wird die Bildung von Indikatoren empfohlen, die den gesamtwirtschaftlichen Rohstoffbedarf darstellen und internationale Vergleiche ermöglichen. Die wichtigsten Indikatoren, die sich mit dem massenmäßigen Materialeinsatz beschäftigen, sind:

- ▶ die genutzte inländische Entnahme (Domestic Extraction Used – DEU)
- ▶ die ungenutzte inländische Entnahme (Unused Domestic Extraction – UDE)
- ▶ die Importe (IMP)

---

<sup>39</sup> Die inländische Entnahme liegt bereits als Rohstoff vor, während die Importe oft schon entsprechend den Handelsgewohnheiten rudimentär weiterverarbeitet wurden. Die LCA-Koeffizienten dienen dazu, diese ersten Verarbeitungsschritte rechnerisch zu korrigieren.

<sup>40</sup> Eine Beschreibung der Input-Output Analyse findet sich in 8.1 “Exkurs IOT Analyse“.

<sup>41</sup> United Nations, European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, World Bank (2012)

<sup>42</sup> Vgl. United Nations, European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, World Bank (2012) 3.50 (a) bis (c)

<sup>43</sup> Siehe Kapitel 2 Schätzung der Rohstoffäquivalente

<sup>44</sup> (European Commission, 2001)

- ▶ die Exporte (EXP)
- ▶ der direkte Materialeinsatz (Direct Material Input – DMI),
- ▶ der Gesamtmaterialeinsatz (Total Material Input – TMI),
- ▶ der Gesamtmaterialbedarf (Total Material Requirement – TMR),
- ▶ die inländische Materialverwendung (Domestic Material Consumption – DMC), und
- ▶ die Gesamtmaterialverwendung (Total Material Consumption – TMC).

Die einzelnen Indikatoren hängen dabei wie folgt zusammen:

$$\begin{array}{r}
 \text{DEU} \\
 + \quad \underline{\text{IMP}} \\
 = \quad \text{DMI} \\
 + \quad \underline{\text{UDE}} \\
 = \quad \text{TMI} \\
 + \quad \text{indirekte Materialflüsse im Zusammenhang mit der Einfuhr} \\
 \quad \underline{\text{(verwertet und nicht verwertet)}} \\
 = \quad \text{TMR} \\
 - \quad \text{direkte und indirekte Materialflüsse im Zusammenhang mit der Ausfuhr} \\
 \quad \underline{\text{(verwertet und nicht verwertet)}} \\
 = \quad \underline{\text{TMC}}
 \end{array}$$

Der DMC umfasst die direkte inländische Materialverwendung und geht aus dem DMI hervor, indem die Exporte abgezogen werden:

$$\begin{array}{r}
 \text{DEU} \\
 + \quad \underline{\text{IMP}} \\
 = \quad \text{DMI} \\
 - \quad \underline{\text{EXP}} \\
 = \quad \underline{\text{DMC}}
 \end{array}$$

In Ergänzung zu diesen über zehn Jahre alten Empfehlungen der Europäischen Kommission haben sich zusätzlich noch

- ▶ der direkte Materialeinsatz in Rohstoffäquivalenten (raw material input – RMI) sowie
- ▶ die inländische Materialverwendung in Rohstoffäquivalenten (raw material consumption – RMC)

etabliert. Diese umfassen die inländische Rohstoffentnahme sowie die Importe ausgedrückt in den für ihre Herstellung benötigten Rohstoffen (RMI) sowie davon abgezogen die Exporte ausgedrückt in den für deren Herstellung benötigten Rohstoffen (RMC). Die mit dem Vorgängerprojekt „Verbesserung der Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“ bereitgestellten Indikatoren – dort DMI und DMC jeweils in Rohstoffäquivalenten (DMI-RÄ, DMC-RÄ) genannt – entsprechen diesem Konzept von RMI bzw. RMC. In Anlehnung an die Terminologie der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen wird im Folgenden der RMI als erstes Aufkommen in Rohstoffäquivalenten und der RMC als letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten bezeichnet.



## 1.4 Rohstoffäquivalente im Spannungsfeld zwischen Inlands- und Inländerkonzept

Die Berechnung der Rohstoffäquivalente befindet sich in einem Spannungsfeld zwischen Inlands- und Inländerkonzept. Der Außenhandel und somit auch das Materialkonto basiert auf dem Inlandskonzept. Dieses erfasst alle ins Inland verbrachten Güter beim Grenzübertritt, unabhängig davon, wem diese wirtschaftlich zuzurechnen sind.

Die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen verfolgen eine andere Sichtweise. Sie folgen dem Inländerkonzept. Dementsprechend finden Importe und Exporte statt, wenn zwischen Gebietsansässigen (Inländern) und Gebietsfremden ein Wechsel des wirtschaftlichen Eigentums an den Waren erfolgt. Dies gilt unabhängig davon, ob physisch eine Grenze überschritten wird.<sup>45</sup>

Die hier durchgeführten Berechnungen greifen auf beide Quellen und somit tendenziell auch auf beide Konzepte zu. In der praktischen Arbeit zeigte sich allerdings, dass der konzeptionelle Unterschied nur zu sehr geringen Auswirkungen auf die Ergebnisse führt. Jedoch wird in einem relevanten Bereich eine Korrektur durchgeführt: Auslandsbunkerungen<sup>46</sup> von Fahrzeugen wie insbesondere Schiffen und Flugzeugen, die inländischen Wirtschaftseinheiten zuzurechnen sind, werden prinzipiell als Import betrachtet und daher entsprechend zugeschätzt. Dies geschieht auch dann, wenn das entsprechende Fahrzeug sich nicht auf dem Weg vom oder ins Inland befindet. Analog wird die Inlandsbunkerung derjenigen Fahrzeuge, die einer ausländischen Wirtschaftseinheit zugerechnet werden, grundsätzlich als Export betrachtet.

Bei Importen und Exporten kann es sich sowohl um Material handeln, das unverändert aus der Umwelt entnommen wurde, als auch um weiterverarbeitete Halb- oder Fertigwaren. Sowohl beim Im- als auch beim Export kann das Gewicht des Materials in Rohstoffäquivalenten sein tatsächliches Gewicht übersteigen. Der Grund dafür liegt darin, dass auch die Vorleistungen, die für die Rohstoffentnahme sowie die Weiterverarbeitung notwendig sind, massenmäßig in die Bewertung der Rohstoffäquivalente der Im- bzw. Exporte mit einbezogen werden.

Die Vorleistungen<sup>47</sup> messen die im Produktionsprozess verbrauchten, verarbeiteten oder umgewandelten Waren und Dienstleistungen. Hierzu zählen nicht die Abnutzungen am Anlagevermögen. Die Vorleistungen werden zu dem Zeitpunkt erfasst, zu dem diese in den Produktionsprozess eingehen. Sie können bei den Materialflussrechnungen in dasjenige Material unterteilt werden, das in das Produkt massenmäßig Eingang findet und dasjenige, welches im Produktionsprozess verwendet wird, aber nicht in das Produkt eingeht, sondern – ggf. in veränderter Form – wieder an die Umwelt abgegeben wird (z. B. Energieeinsatz, Wasser, Schmiermittel).

Die Summe der Massen aller Vorleistungen eines Gutes wird auch als Vorkette bezeichnet, die Differenz zwischen der Vorkette und der eigentlichen Masse eines Gutes als sein Rucksack. Wird ein Gut im- bzw. exportiert, stellt dieser Rucksack den indirekten Im- bzw. Export dar.

---

<sup>45</sup> Vgl. (Europäische Union, 2013)3.162 ff bzw. (Europäische Union, 1996) 3.128 ff

<sup>46</sup> Bunkerungen bezeichnen Kraft- und Schmierstoffaufnahme

<sup>47</sup> Vgl. (Europäische Union, 2013)3.88

## 2 Schätzung der Rohstoffäquivalente

### 2.1 Einleitung

Während die inländische Entnahme von Rohstoffen sowie deren Im- und Export noch direkt statistisch erfassbar ist, können die indirekten Im- und Exporte von Rohstoffen – d. h. diejenigen, die bereits für die Erstellung von Halb- und Fertigwaren aufgewendet wurden – nicht mehr einfach gemessen werden. Hierfür sind geeignete komplexe Schätzverfahren notwendig.

Im Projekt „Verbesserung von Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“ (FKZ 206 93 100/2)<sup>48</sup> wurde bereits detailliert auf die beiden hierfür genutzten Verfahrensweisen, den Input-Output-Ansatz und den Koeffizientenansatz, eingegangen.

Beiden Ansätzen liegen unterschiedliche theoretische Gerüste zugrunde, die zu leicht unterschiedlichen Aussagen führen. Eine zentrale Bedeutung in diesem Projekt hat insbesondere der Input-Output-Ansatz, der die Informationen über monetäre Produktionsverflechtungen nutzt, die aus den nationalen Input-Output-Tabellen (IOT) hervorgehen. Diese werden für die Schätzung von Rohstoffäquivalenten modifiziert um für jeden Rohstoff (bzw. jedes betrachtete Material) eine erweiterte gemischt physisch-monetäre Input-Output-Analyse durchzuführen. Dabei werden die ersten Schritte der jeweiligen Wertschöpfungsketten mit inländischen Materialstromanalysen nachgezeichnet, bevor für die Weiterverarbeitung die Input-Output-Analyse genutzt wird. Für die Schätzungen des Statistischen Bundesamtes werden also die beiden Verfahren kombiniert.

Genau genommen wird mit diesem Ansatz nicht geschätzt, wie viel Rohstoff für die Produktion eines bestimmten Gutes aufgewendet wurde, sondern wie viel Rohstoff für die Produktion dieses Gutes im Inland notwendig wäre. Bei Importgütern beschreibt er also nicht den Rohstoffaufwand im Ausland, sondern die theoretische Einsparung gegenüber einer Herstellung im Inland. Daher wird diese Vorgehensweise auch oft als „Domestic technology“-Ansatz bezeichnet.

Der Vorteil dieser Herangehensweise besteht in einer vergleichsweise guten Datenverfügbarkeit und einfachen Realisierbarkeit. Allerdings stößt dieser Ansatz immer dann an seine Grenzen, wenn entweder bestimmte Produkte nicht national hergestellt bzw. Rohstoffe inländisch nicht gefördert werden, oder die nationale Input-Output-Tabelle bedingt durch die Struktur der inländischen Wirtschaft bestimmte Produkte nicht hinreichend genau abbildet. Diese Fälle müssen gesondert betrachtet werden (Näheres in Abschnitt 2.2).

Der Koeffizientenansatz basiert im Kern auf einer „Life Cycle Analysis“ (LCA). Mit ihr wird geschätzt, wie viel Rohstoff im In- und Ausland für die Erstellung eines Produktes tatsächlich aufgewendet wurde. Auf Ebene einzelner Produkte wird dieses Verfahren auch als „Kumulierter Rohstoffaufwand“ (KRA) bezeichnet. Diese Verfahren sind insbesondere bei weiterverarbeiteten Importgütern oftmals extrem aufwändig. Bei weiterverarbeiteten Importgütern müssten einerseits zahlreiche Verarbeitungsschritte einzeln betrachtet werden, andererseits enthalten sie oftmals selbst Vorleistungen, die aus wiederum anderen Ländern importiert wurden. Dabei können gleiche Importgüter auf unterschiedliche Weise erstellt worden sein, unterschiedliche Vorketten aufweisen und somit einem unterschiedlichen Rohstoffeinsatz unterliegen. Bezogen auf die Informationen zum Ressourcenschutz wird eine derartig detaillierte Betrachtungsweise oftmals überschätzt.<sup>49</sup> Eine Vereinfachung des Koeffizientenansatzes ist ein Ansatz, bei dem nicht für jedes Gut ein einzelner Koeffizient bestimmt wird,

<sup>48</sup> (Buyny, Klink, & Lauber, 2009)

<sup>49</sup> Wenn unter der Annahme einer begrenzten Verfügbarkeit und eines bestimmten Bedarfes vollständige Substitute (in diesem Fall Importgüter) einen unterschiedlichen Rohstoffaufwand aufweisen, so ist es aus Sicht des Ressourcenschutzes egal, welches der Substitute gewählt wird. Die Wahl des einen Substitutes hat keine Auswirkung auf die Entnahme der Rohstoffe des anderen Substitutes, sondern prädestiniert lediglich, wer welches Substitut nutzt.

sondern internationale Durchschnitte zu Grunde gelegt werden. In beiden Fällen ist es jedoch erforderlich, die entsprechen Koeffizienten in regelmäßigen Abständen auf ihre Aktualität zu prüfen.

## 2.2 Evaluierung der bisherigen Berechnung für die Jahre 2000 bis 2008

Für die Jahre 2000 bis 2008 wurden Ergebnisse für RMI bzw. RMC auf Basis eines Rechensystems erstellt, das auf den Ergebnissen des Projektes „Verbesserung der Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“<sup>50</sup> basiert. Gleichzeitig werden im vorliegenden Abschnitt die Annahmen neu bewertet, die dem damals entwickelten System zu Grunde liegen.

Bevor die Eignung des bisherigen Rechensystems diskutiert und die Notwendigkeit der Aktualisierung der LCA-Koeffizienten überprüft wird, wird dieses Rechensystem kurz vorgestellt. Die Umsetzung der RMI- bzw. RMC-Berechnung basiert hier auf einer Verknüpfung detaillierter Materialdaten (im Wesentlichen aus Außenhandels- und Produktionsstatistiken sowie Landwirtschafts-, Forst- und Fischereistatistiken), LCA-Koeffizienten, Materialstromtabellen und den IOT.

Für die Umsetzung der RMI- bzw. RMC-Berechnung wird für jeden Rohstoff einzeln der inländische Verbleib an unverarbeitetem Rohstoff mittels der Materialstromtabellen ermittelt. Diese Materialstromtabellen bilden schematisch die Verwendung des jeweiligen Rohstoffes in der inländischen Wirtschaft in den ersten Verarbeitungsschritten ab. Im nächsten Schritt werden für diese Produktionsbereiche direkte Rohstoffintensitäten (Rohstoffeinsatz in Bezug auf den Produktionswert) berechnet. Die so ermittelten Rohstoffintensitäten werden auch den Importen unterstellt. Mit Hilfe einer Leontief-Analyse, basierend auf den monetären Importangaben und den IOT, werden die monetären Vorleistungen der Einfuhren bestimmt und mittels der zuvor bestimmten Rohstoffintensitäten in das jeweilige Rohstoffäquivalent umgerechnet.

Bei direkten Importen bestimmter Produkte, bei denen davon ausgegangen wird, dass deren indirekter Rohstoffbedarf nicht adäquat über die inländischen Produktionsverhältnisse geschätzt werden kann, werden die zuvor beschriebenen Schätzungen der Rohstoffäquivalente durch Life-Cycle-Informationen „vergleichbarer“ Produkte – sogenannter Repräsentanten – ersetzt. Abschließend werden diese Ergebnisse mit den inländischen Entnahmen zusammengeführt. Die Schätzung der für den Export notwendigen Rohstoffäquivalente erfolgt analog. Bei den Exporten ist es jedoch nicht notwendig auf LCA-Repräsentanten zurückzugreifen, da die Produktion der Exportgüter durch die IOT umfassend abgebildet wird.

Die Grundkonzeption dieses Modells ist solide und das Verfahren liefert auf aggregierter Ebene zuverlässige Ergebnisse. Eine Gliederung nach Rohstoffen ist konzeptionell möglich. Dagegen ist eine Gliederung nach Produktionsbereichen mit dem bisherigen Rechensystem nicht sinnvoll umsetzbar, da keine konsistente Zuordnung erfolgt: Für die Berechnung des RMI werden die Rohstoffe überwiegend dem jeweils entnehmenden bzw. (indirekt) importierenden Bereich zugerechnet; die Exporte werden hingegen jeweils dem sie exportierenden Produktionsbereich zugeordnet. Somit ergibt sich hier nach Produktionsbereichen disaggregiert keine sinnvolle Aussage.

Neben den LCA-Koeffizienten sind die wesentlichen Qualitätsdeterminanten in diesem Rechensystem die Materialstromtabellen, die Berücksichtigung von Sekundärrohstoffen sowie die IOT. Diese Determinanten werden in den folgenden Abschnitten einzeln betrachtet.

---

<sup>50</sup> (Buyny, Klink, & Lauber, 2009)

## 2.2.1 Evaluierung der LCA-Koeffizienten und der Materialstromtabellen

### 2.2.1.1 Einführung

Das bisherige Rechensystem ist vergleichsweise komplex und daher wartungsintensiv. Neben den sich selbständig aktualisierenden Informationen aus externen, anderen statistischen Quellen wie dem Materialkonto oder den IOT, müssen die LCA-Koeffizienten sowie die Materialstromtabellen, die ausschließlich für die Berechnung des RMI bzw. RMC vorgehalten werden, regelmäßig auf ihre Aktualität überprüft werden. Insbesondere durch technischen Fortschritt und Änderungen im Produktionsprozess ist es möglich, dass die Annahmen, die ihnen ursprünglich zu Grunde lagen, nicht mehr zutreffend sind. Die LCA-Koeffizienten und die Materialstromtabellen beeinflussen sich teilweise gegenseitig. Daher darf sich eine Prüfung nie auf eines dieser beiden Elemente zu beschränken, sondern es werden beide, ihre Wechselwirkungen berücksichtigend, zusammen betrachtet. Dies geht über die Anforderungen der Projektbeschreibung hinaus, die lediglich die Prüfung der LCA-Koeffizienten vorsieht.

### 2.2.1.2 Evaluierung der LCA-Koeffizienten

Den Koeffizienten, die im Rahmen der Life-Cycle-Analyse die ersten Verarbeitungsschritte von Rohstoffen abbilden, kommt innerhalb der Rechnungen eine bedeutende Rolle zu. Durch Änderungen in der Zusammensetzung der in Minen geförderten mineralischen Rohstoffe und der wertmäßigen Entwicklung der einzelnen Bestandteile, die für eine ökonomische Allokation bedeutsam ist, sowie durch technischen Fortschritt in den ersten Be- und Verarbeitungsstufen, können Änderungen dieser Koeffizienten notwendig werden. Mit dem Zugang zur Ecoinvent Datenbank, der im Rahmen dieses Projektes ermöglicht wurde, steht dem Statistischen Bundesamt erstmals eine Datenquelle zur Verfügung, die ansatzweise eine Evaluation der ursprünglich durch das IFEU-Institut erstellten Koeffizienten<sup>51</sup> erlaubt. Eine Überprüfung anhand der aktuellen Datenbasis in der Ecoinvent Datenbank ergab keinen dringenden, von technischem Fortschritt herrührenden Änderungsbedarf für die LCA-Koeffizienten. Allerdings ist davon auszugehen, dass auch in den verwendeten Quellen zur Erstellung bzw. Evaluierung der LCA-Koeffizienten nicht unbedingt zeitnah alle relevanten technischen Änderungen eingepflegt werden können. Dies bedeutet, dass nicht nur eine Prüfung bestehender Koeffizienten in regelmäßigen Abständen erfolgen muss, sondern auch zu überprüfen ist, ob neue Koeffizienten für bisher nicht enthaltene Rohstoffe einzuführen sind.

Im Rahmen der Überprüfung wurden jedoch auch Ungereimtheiten bei einigen wenigen LCA-Koeffizienten identifiziert. Dies betrifft sowohl den Wert einzelner Koeffizienten als auch deren Verwendung im Zusammenspiel mit den Materialstromtabellen (beispielsweise die Berücksichtigung von Recyclingmaterialien in der Stahlproduktion).

Entsprechende Unstimmigkeiten wurden im Rahmen dieses Projektes korrigiert bzw. sind durch Modifikation der Berechnungsweise nicht mehr relevant.

### 2.2.1.3 Evaluierung der Materialstromtabellen

Die Bestimmung des Rohstoffeinsatzes in den ersten Verwendungsstufen hat einen erheblichen Einfluss auf die Schätzung der Rohstoffzusammensetzung von weiterverarbeiteten Produkten. Dies betrifft sowohl die Schätzung für die Importe von Halb- und Fertigwaren aus dem Ausland als auch für die aus der inländischen Produktion stammenden Exporte.

Hierfür bedient sich das bisherige Rechensystem sogenannter Materialstromtabellen. Diese versuchen die Verwendung der in die inländische Wirtschaft eingehenden Rohstoffe über mehrere Be- bzw. Verarbeitungsstufen vollständig nachzuverfolgen. Dabei werden sowohl Informationen aus dem Außenhandel als auch aus den Produktionsstatistiken und weiteren Quellen (z. B. Verbandsangaben)

---

<sup>51</sup> (IFEU, 2007)

herangezogen. Die so ermittelte Verwendung der Rohstoffe auf den ersten Verarbeitungsebenen dient als Grundlage für die weiteren Berechnungen.

Sollten sich die inländischen Verwendungsstrukturen in diesen ersten Verarbeitungsebenen stark von den Verwendungsstrukturen im Ausland unterscheiden, könnten sie zu Fehleinschätzungen der Rohstoffverwendung insgesamt führen. Dies betrifft insbesondere die Rohstoffe, die indirekt in erheblichem Umfang in den Im- und Exporten enthalten sind, d. h. vor allem Metalle.

Dem Wunsch des UBA folgend, bestimmte Metalle (Eisen, Kupfer, Aluminium etc.), die bislang als Sammelposition gerechnet und ausgewiesen werden, einzeln darzustellen, wurden vom Statistischen Bundesamt auch die bisher verwandten Materialstromtabellen für Metalle einer Validierung unterzogen. Hierbei dienten als Vergleichsgrundlage u. a. Angaben von unterschiedlichen Branchenverbänden<sup>52</sup> über die Produktion, Verwendung bzw. das Recycling von Metallen.

Beispielhaft wurde hier die Herkunft und Verwendung von Eisen/Stahl, Nickel und Kupfer anhand der derzeit verwendeten Materialstromtabellen mit Verbandszahlen für Produktion, Verwendung und Recycling verglichen. Im Folgenden wird auf die Metalle Kupfer, Nickel und Eisen einzeln eingegangen:

- ▶ Beim massenmäßig bedeutenden Kupfer scheint die Übereinstimmung zwischen den vom Statistischen Bundesamt erstellten Materialstromtabellen und den Angaben des entsprechenden Wirtschaftsverbandes relativ gut und die Zuordnung zu einzelnen Verwendungen durchaus plausibel. Es ist daher davon auszugehen, dass auch für die in Importen enthaltenen Kupferäquivalente bisher schon hinreichend verlässliche Angaben geschätzt wurden.
- ▶ In den bisherigen Rechnungen wird Nickel im Wesentlichen analog zu Kupfer behandelt. Dies ist für die Herkunftsseite des Primärrohstoffes teilweise sinnvoll, verwendungsseitig unterscheiden sich Kupfer und Nickel allerdings erheblich. „90 % of all new nickel sold each year goes into alloys, two-thirds going into stainless steel.“<sup>53</sup> Damit ist Nickel – neben Chrom und natürlich Eisen – einer der wichtigsten Legierungsbestandteile in der Stahlherstellung<sup>54</sup>. Wie zutreffend eine Zuordnung von Nickel zu bestimmten (auf Stahl basierenden) Produkten und – damit verbunden – wie zuverlässig Nickel in Importen geschätzt werden kann, hängt somit im Wesentlichen davon ab, wie gut es gelingt, bestimmte Stahlsorten bestimmten Verwendungsbereichen zuzuordnen. Mit den auf dem Projekt „Verbesserung der Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“ basierenden Rechnungen ist Derartiges nicht möglich. Die so geschätzte direkte und indirekte Verwendung von Nickelerzen ist daher mit erheblichen Unsicherheiten behaftet.
- ▶ Ähnliches zeichnet sich im Bereich der massenmäßig bedeutenden Stahlherstellung ab. Hierbei scheint eine Übertragung der inländischen Produktionsverhältnisse auf die Importe nicht adäquat: Der Anteil der ressourcenintensiven Primärherstellung von Stahl aus Roheisen ist in Deutschland relativ hoch (in Deutschland ca. 70 %, europaweit inkl. Deutschland ca. 60 %<sup>55</sup>), während im Ausland größere Anteile Sekundärstahl aus Eisenschrott erzeugt werden. Gleichzeitig ist zu beobachten, dass sich die Art der hauptsächlich erzeugten Stähle je nach Land teilweise deutlich unterscheidet. Während in Deutschland ca. 50 % des erzeugten Stahls nichtrostende und legierte Stähle sind, beträgt dieser Anteil international nur ca. 30 %.<sup>56</sup> Somit unterscheiden sich auch die Anteile der eingesetzten Legierungsbestandteile (Ni-

---

<sup>52</sup> Deutsche Kupferinstitut; International Copper Association; Nickel Institute; Wirtschaftsvereinigung Stahl; Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie; Verband Metallverpackungen

<sup>53</sup> (Nickel Institute)

<sup>54</sup> Ein weiterer wichtiger Einsatzbereich neben Legierungen – allerdings mit deutlich weniger Materialeinsatz - sind NiMH-Akkumulatoren.

<sup>55</sup> Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Ecoinvent Database

<sup>56</sup> (Wirtschaftsvereinigung Stahl)



ckel, Chrom usw.). Es ist folglich davon auszugehen, dass dem direkt und indirekt importierten Stahl ausländischer Provenienz ein deutlich zu hoher Eisenerzanteil sowie falsche Anteile an den weiteren Legierungsmetallen zugeschrieben werden.

Allgemein wird im Bereich der Metalle sowohl auf aggregierter als auch auf detaillierter Ebene die Abschätzung der in Im- und Exporten enthaltenen Erzäquivalente durch die sehr unterschiedlichen Legierungen und die Spezialisierung einzelner Produzenten und Länder beeinflusst. So kann Stahl fast vollständig aus Eisen bestehen oder bis zu rund 30 % andere Metalle enthalten (insbesondere Chrom und Nickel). Ähnlich verhält es sich bei Kupferlegierungen. Fast reines Kupfer wird ebenso verwendet wie Legierungen, bei denen Kupfer nur etwas mehr als 50 % ausmacht und die hohe Anteile an Zink (z. B. Lager), Zinn (z. B. Armaturen), Aluminium (z. B. Schiffbau), Nickel (z. B. Schiffs- oder Kraftwerksbau), Mangan (z. B. Propellerbau) oder Blei (z. B. Gehäuse) enthalten.

Selbst aus der sehr detaillierten Außenhandelsstatistik lassen sich allerdings derartige Legierungen kaum korrekt identifizieren und mit den verwandten Methoden auch nicht zuverlässig den Verwendungen zurechnen. Somit ist hier, zumindest wenn eine tiefer als bisher gehende Gliederung nach unterschiedlichen Metallen angestrebt werden soll, eine Modifikation des Schätzverfahrens indiziert, um zumindest die Erze der massenmäßig bedeutendsten Metalle hinreichend genau darstellen zu können. Auch für das Ergebnis über alle Erze hinweg sind dadurch Verbesserungen erzielbar.

#### **2.2.1.4 Evaluierung LCA-Repräsentanten**

Die Verwendung von LCA-Repräsentanten für einzelne Produkte ist nicht unkritisch. Unstrittig ist, dass LCA-Repräsentanten die besten Ergebnisse für das jeweils betrachtete Produkt liefern. In diesem Fall entsprechen die LCA-Koeffizienten dem KRA für das entsprechende Importgut. Allerdings wird im bisherigen Modell angenommen, dass entsprechende LCA-Koeffizienten auch auf andere, vergleichbare Güter angewendet werden können. In diesem Fall hängt die Qualität der Schätzung davon ab, wie vergleichbar die Vorketten der Importgüter sind.

Im bisherigen Modell werden 113 Repräsentanten für mehr als 1 500 unterschiedliche (Gruppen von) Importgütern angewandt. Hierbei kann auch bei massenmäßig wichtigen Gütern nicht durchgängig eine hinreichende Ähnlichkeit der Vorketten von Repräsentant und durch diesen im Einzelnen repräsentierten Importgütern unterstellt werden.

Zudem ist bei der Verwendung von LCA- Repräsentanten in Verbindung mit einer Input-Output-Analyse zu beachten, dass sich die Repräsentanten nicht auf weiterverarbeitete Importe auswirken. So werden beispielsweise die Rohstoffäquivalente für importiertes Stahlblech durch den KRA für Rohstahl ersetzt, der im Auto enthaltene Stahl aber nicht.

### **2.2.2 Berücksichtigung von Sekundärrohstoffen**

#### **2.2.2.1 Konzeptionelle Überlegungen**

Sekundärrohstoffe können in einigen Bereichen (wie beispielsweise bei Metallen, Papier, Glas, Baumineralien) von großer Bedeutung sein und teils erheblich zur Reduktion der Verwendung von Primärrohstoffen beitragen. Dieser Tatbestand wird in den auf dem Projekt „Verbesserung der Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“ basierenden Rechnungen berücksichtigt, indem Sekundärrohstoffe nicht als Rohstoffe in die Materialstromtabellen eingehen. Somit sinkt durch den Einsatz von Sekundärrohstoffen die Rohstoffintensität – eine gegebene Menge Metall kann aus weniger Erz erstellt werden. Auch dem Im- und Export von Sekundärrohstoffen werden keine Rohstoffäquivalente zugeschrieben.<sup>57</sup> Dies ist dadurch zu begründen, dass für den Sekundärrohstoff kein zusätzliches Material aus der Umwelt entnommen werden musste; es wurde bereits bei der Herstellung der ursprünglichen Güter erfasst und damit dem

---

<sup>57</sup> (Piradashvili, 2012)

Erstnutzer zugerechnet. Auf diese Weise sollen Doppelzählungen bei der Rohstoffverwendung vermieden werden. Durch die konsequente Zurechnung zur Erstnutzung ergeben sich allerdings Probleme, mögliche Kaskadennutzungen von Rohstoffen sinnvoll abzubilden.

Konzeptionell wird hier also unterstellt, dass der gesamte Primärrohstoffaufwand sich einmalig einer letzten Verwendung (Konsum, Investition oder Export) zurechnen lässt. Für jede weitere Verwendung ist entsprechend keine Masse anzusetzen. Würde dieser Gedanke fortgeführt, so müsste sich der Primärrohstoffaufwand bei langlebigen Gütern (also solchen, die länger als eine Betrachtungsperiode genutzt werden) abschreibungsähnlich auf die Nutzungsdauer verteilen. Würde also beispielsweise ein langlebiges Gut nach der Hälfte seiner Nutzungsdauer exportiert werden, so müsste dem Export dafür anteilig ein Rohstoffäquivalent angerechnet werden.

Diese Allokation ist allerdings aus ökonomischer Sicht unvollständig. Die Nutzung eines Gutes führt nämlich nicht zwangsweise zu einem vollständigen Materialverzehr. Während beispielsweise der für eine Autofahrt benötigte Kraftstoff nach Verbrennung für eine weitere wirtschaftliche Nutzung nicht zur Verfügung steht, kann das Metall einer Getränkedose auch nach Entleerung wieder verwendet werden. Somit steht auch nach der Erstnutzung das ursprünglich entnommene Material (teilweise) weiter für eine wirtschaftliche Verwendung zur Verfügung. Es ist lediglich ein gewisser Aufwand zur (Wieder-)Aufbereitung erforderlich.

Es ist daher nicht konsistent, die ursprünglich entnommene Materialmenge vollständig der Erstnutzung zuzurechnen. Vielmehr ist dieses Äquivalent der ursprünglich entnommenen Materialmenge dann an eine Sekundärnutzung weiterzugeben, wenn durch die Nutzung als Sekundärmaterial eine erneute Entnahme von Primärrohstoffen eingespart werden konnte.

Solange das Material in der inländischen Wirtschaft zirkuliert, führen beide Betrachtungsweisen – jedenfalls auf aggregierter Ebene – zum gleichen Ergebnis. Anders sieht es beim Im- und Export von Sekundärrohstoffen aus. Ein Land, das seinen Metallbedarf primär (also durch Erz) deckt, hat einen hohen RMC. Exportiert es allerdings das Erz und importiert im Gegenzug eine äquivalente Menge Schrott zur Deckung seines Metallbedarfs, verringert sich der nationale RMC erheblich, obwohl der nationalen Wirtschaft in beiden Fällen die gleiche Menge Metall zur Weiterverarbeitung zur Verfügung steht. Global gesehen ist dies ein Nullsummenspiel: Der Primärverbrauch wird einfach einem anderen Land zugerechnet. National wird allerdings eine Verringerung der Rohstoffentnahme indiziert, die zu Fehlinterpretationen führen kann.

Für eine Schätzung der in den verarbeiteten Importen enthaltenen Sekundärrohstoffe fehlen allerdings konkrete Informationen. Sie können daher nur ansatzweise und indirekt geschätzt werden. Hierfür wurden im Projekt „Verbesserung der Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“ implizit die inländischen Produktionsbedingungen für die Schätzung der Produktionsstrukturen im Ausland herangezogen.

Dabei führt beispielsweise die verstärkte Nutzung von aus dem Ausland importiertem Sekundärmaterial im Inland dazu, dass auch bei den indirekten Importen von einem im gleichen Umfang angestiegenen Sekundärmaterialanteil ausgegangen wird. Allerdings steht ja das Sekundärmaterial im Ausland gerade nicht mehr zu Verarbeitung zur Verfügung, da es ins Inland verbracht wurde. Diese Schätzmethode führt somit auch global zu einem Kohärenzproblem, da die insgesamt genutzte Menge sekundärer Rohstoffe falsch eingeschätzt wird.

Somit ist das im Projekt „Verbesserung der Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“ angewandte Verfahren zur Berücksichtigung von Sekundärrohstoffen noch nicht vollständig ausgereift.

### 2.2.2.2 Überschneidung der Materialflussrechnung mit der Abfallgesamtrechnung

„Ziel der Abfallgesamtrechnung ist ein Gesamtbild der Abfallströme von ihrer Entstehung über die Verwertung bis zur Beseitigung aufzuzeigen. Dies ermöglicht unter anderem auch eine Abschätzung der Abfälle, die im Rahmen der Kreislaufwirtschaft wieder dem Produktionsprozess zur Verfügung stehen. Hierbei liegt das Augenmerk auf einer vollständigen Erfassung der erzeugten und verwerteten Abfälle. Es werden daher auch Abfallströme außerhalb des Abfallmanagements einbezogen, die in der Abgrenzung der amtlichen Abfallstatistik nicht enthalten sind. Darüber hinaus werden grenzüberschreitende Abfallflüsse in der Abfallgesamtrechnung berücksichtigt.“<sup>58</sup>

Für Deutschland wurde von den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes nur einmalig für das Jahr 2006 im Rahmen eines von der Europäischen Kommission geförderten Projektes<sup>59</sup> eine Abfallgesamtrechnung durchgeführt.<sup>60</sup> Daher kann die Berechnung der Rohstoffäquivalente, die jährlich erfolgt, zwar auf den generellen Erfahrungen aufbauen, die durch die Erstellung der Abfallgesamtrechnung entstanden sind, nicht jedoch auf deren Ergebnisse zurückgreifen. Es ist auch im Rahmen dieses Projektes nicht leistbar, zusätzlich als Datengrundlage jährlich eine Abfallgesamtrechnung zu erstellen. Gleichzeitig bietet die Abfallgesamtrechnung auch keinen unmittelbaren Bezug zu (Primär-)Rohstoffen. Daher ist es für die Durchführung dieses Projektes erforderlich, im begrenzten Maße selbst Abschätzungen vorzunehmen, in welchem Umfang bestimmte Stoffe anfallen und zur Vermeidung der Nutzung von (primären) Rohstoffen beitragen. Dies ist im Rahmen dieses Projektes für folgende (massenmäßig relevante) Stoff- und Rohstoffkombinationen erfolgt:

- ▶ Altpapier (Holz)
- ▶ Behälterglas (Quarzsand und Kalkstein)
- ▶ Brechsand (Bausand)
- ▶ Metalle (Erze).

Für alle übrigen, massenmäßig wesentlich weniger relevanten Stoffe, erfolgt diese Abschätzung implizit durch die Input-Output-Rechnung. Eine detailliertere Beschreibung, wie Sekundärrohstoffe Berücksichtigung finden, befindet sich in Abschnitt 2.4.6 sowie in den Abschnitten zu den jeweiligen Rohstoffen.

## 2.3 Zusammenfassung der Evaluierung

Die bisherige Methodik bildet eine gute Grundlage zur Abschätzung des Eingangs von Rohstoffen in die inländische Wirtschaft und der inländischen Rohstoffverwendung sowie deren Entwicklung im Zeitablauf insgesamt. Das bisherige Modell hat aber auch Grenzen. Eine detaillierte Darstellung nach Verwendungsbereichen ist beispielsweise nicht möglich. Es erlaubt lediglich eine Unterteilung nach inländischer und ausländischer letzter Verwendung, wobei diese nicht sinnvoll nach Produktionsbereichen bzw. Gütergruppen gegliedert werden können.

Insgesamt bildet die Methodik des bisher verwandten Modells aber eine ausbaufähige Grundlage. Erforderliche Modifikationen betreffen dabei insbesondere die Materialstromtabellen, die Verwendung von LCA-Repräsentanten und die Überlegung zur methodischen Berücksichtigung von Sekundärrohstoffen. Zudem sind Ergänzungen erforderlich, um sinnvolle Unterteilungen nach Kategorien der letzten Verwendung zu realisieren.

<sup>58</sup> (Manzel, 2011)

<sup>59</sup> Grant Agreement N°. 50304.2009.001-2009.251

<sup>60</sup> (Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen, 2011)



## 2.4 Modifiziertes Rechenmodell

### 2.4.1 Grundmodell

Angesichts der im vorherigen Abschnitt dargestellten Resultate der Evaluierungen erschienen neben einfachen Aktualisierungen der LCA-Koeffizienten weitergehende Anpassungen im Rechenmodell notwendig, die in diesem Projekt realisiert werden konnten. Wie bereits im Vorgängerprojekt „Verbesserung von Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators“ kombiniert auch dieses Projekt ungeachtet der damit verbundenen methodischen Inkonsistenzen<sup>61</sup> die zwei Ansätze LCA-Koeffizienten und Input-Output-Analyse. Dabei folgt die Methodik der Rohstoffäquivalent-schätzung im Wesentlichen der Berechnungsweise, wie sie bereits im Vorgängerprojekt beschrieben wurde.

Die ersten Verarbeitungsschritte von Rohstoffen werden auf Basis nationaler Materialströme abgebildet. Diese umfassen neben der inländischen Entnahme auch Importe und Exporte. Die bisherige Darstellung als Flussdiagramm wurde jedoch durch eine eher tabellarische ersetzt. Dabei werden direkte Importe, direkte Exporte und teilweise auch andere letzte Verwendungen bereits an dieser Stelle mit berücksichtigt. Gegenüber dem Vorgängerprojekt wurden des Weiteren Anpassungen an neue Datenquellen vorgenommen.

Die eigentliche Schätzung der Rohstoffäquivalente in weiterverarbeiteten Importen erfolgt mittels einer auf dem „Domestic-technology“-Ansatz basierenden Input-Output-Analyse. Hierfür wird die nationale Input-Output-Tabelle herangezogen (73x73 Produktionsbereiche)<sup>62</sup>. Teilweise erfolgen diese Schätzungen datenbedingt nicht auf Basis von Rohstoffen, sondern bereits auf geringfügig bzw. verarbeiteten Produkten. In diesem Fall wird als letzter Schritt mittels LCA-Koeffizienten auf Rohstoffe umgerechnet.

Die Schätzung der indirekten Exporte erfolgt wie im Vorgängerprojekt auch mittels Input-Output-Analyse<sup>63</sup>. Ergänzt werden diese um Exporte, die bereits in der Materialstromanalyse erfasst wurden. Mit derselben Methodik wird an dieser Stelle nun zusätzlich auch der Materialbedarf der anderen Kategorien der letzten Verwendung<sup>64</sup> geschätzt.

Das hier skizzierte Grundmodell wird für jeden Rohstoff einzeln durchgeführt. Bedingt durch verschiedene Produktionsbedingungen und Datenquellen für unterschiedliche Rohstoffe unterscheiden sich die Schätzmethoden jedoch je nach Rohstoff im Detail. Darauf soll im Folgenden weiter eingegangen werden. Hierbei wurden grob vier Rohstoffgruppen unterschieden: Erze, sonstige mineralische Rohstoffe, fossile Energieträger sowie Biomasse. Die Abgrenzungen orientieren sich am nationalen Materialkonto sowie an der Gliederung des europäischen Materialkontos.

### 2.4.2 Erze

#### 2.4.2.1 Schätzung der Metalläquivalente

Der Bereich Erze umfasst alle Mineralien, die vorwiegend zur Erzeugung von Metallen gefördert, d. h. aus der Umwelt entnommen, werden. Dazu zählen auch Sande, die zur Metallerzeugung abgebaut werden, wie beispielsweise ilmenithaltige Sande. Wird das zu gewinnende Mineral bereits im Abbauprozess ohne weitere Verarbeitung extrahiert, beispielsweise durch Auswaschen, so zählt regelmäßig auch nur dies zur genutzten Entnahme. Im Gegensatz zum nationalen Materialkonto, aber in Über-

<sup>61</sup> Siehe 2.1

<sup>62</sup> Durch notwendige Zusammenfassungen im Modell besteht die tiefste durchgängig bereitstehende Gliederungstiefe, die auch für die Veröffentlichung der Ergebnisse Anwendung findet, jedoch lediglich aus 24 Produktionsbereichen.

<sup>63</sup> Vgl. 8.1 „Exkurs IOT Analyse“ im Anhang

<sup>64</sup> Haushaltskonsum, Konsum der Einrichtungen ohne Erwerbszweck, Staatskonsum, Anlageinvestitionen, Bauten, Vorratsveränderungen

einstimmung mit dem Materialkonto auf EU-Ebene<sup>65</sup>, zählen Erze zur Gewinnung von Kernenergie (Uran, Thorium) zu den Metallen und nicht zum Bereich Energieträger.

Erze zur Metallerzeugung werden in Deutschland nicht gefördert. Gleichzeitig werden sie bedingt durch die internationale Arbeitsteilung oft nicht in ihrem Rohzustand nach Deutschland eingeführt, sondern bereits in aufkonzentrierter Form, zu Rohmetallen oder anderen Verbindungen verarbeitet. Auch machen einen erheblichen Anteil der Im- und Exporte bereits legierte Metalle aus. Für die Herstellung dieser legierten Metalle mussten also ganz unterschiedliche Erze mit ganz unterschiedlichen Förder- und Verarbeitungsbedingungen aufgewendet werden. Daher ist die inländische Input-Output-Tabelle kaum geeignet, passende Informationen über die Entnahme und Weiterverarbeitung bereitzustellen.

Gleichzeitig sind Metalle nahezu unbegrenzt recyclebar. Für weiterverarbeitete Importe ist in der Regel nicht bekannt, inwieweit diese aus primärem Erz oder aus sekundärem Metall gewonnen wurden. Daher liefert der bisher angewandte Ansatz einer Materialstromanalyse in Kombination mit einer Input-Output-Analyse auf Ebene der Erze, also auf Ebene der Rohstoffe, keine hinreichend genauen Ergebnisse. Aus diesem Grunde wurde für den Bereich der Erze das Schätzverfahren so modifiziert, dass es in einem ersten Schritt nicht auf die Erze, sondern die Metalle abstellt.

Aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen ist für diesen Zweck die Verwendung von zahlreichen Rohmetallen und metallischen Halbwaren hinreichend genau durch monetäre Verflechtungen bekannt. Mit aus dem Außenhandel sowie aus den Produktionsstatistiken bekannten Preisen werden diese monetären Verflechtungen auf massenmäßige Verflechtungen (d.h. in Tonnen) umgerechnet. Mit Hilfe von technischen Dokumentationen<sup>66</sup> kann auf die typische metallurgische Zusammensetzung der einzelnen Materialien geschlossen werden. Hierfür wurden für die einzelnen Güter in ihren jeweiligen Verwendungszwecken Referenzprodukte bekannter Zusammensetzung festgelegt. Somit war es möglich, für mehr als 100 metallische Halbwaren Annahmen über deren Zusammensetzung aus 25 verschiedenen Metallen<sup>67</sup> sowie unlegiertem Stahl und wichtigen Ferrolegierungen (Ferronickel und Ferrochrom) zusammenzustellen. Übersicht 7 im Tabellenanhang stellt die getroffenen Annahmen über die metallischen Bestandteile der Halbwaren dar.

Mit Hilfe der Input-Output-Analyse können nun für diese 28 Metalle deren indirekte Importe sowie ihre Verwendung geschätzt werden. Eine Umrechnung auf Erze, den eigentlichen Rohstoff, findet im letzten Rechenschritt unter Zuhilfenahme des Koeffizientenansatzes statt. Hierbei werden internationale Durchschnittswerte zugrunde gelegt. Dieses Verfahren wird angewendet, weil nach mehreren Produktionsschritten im Ausland eine Rückverfolgung zu einzelnen Minen mit ihren spezifischen Metallgehalten nicht möglich ist. Zudem stellen ab einem gewissen Verarbeitungsgrad die verarbeiteten Erze ohnehin vollständige Substitute dar. Mit Blick auf die Umweltwirkung ist es daher unerheblich, aus welchen konkreten Erzen die nach Deutschland gelangten Güter erstellt wurden. Der unterstellte Erzbedarf je Tonne Primärmetall ist in Tabelle 5 im Anhang dargestellt.

Bedingt durch die hier angewandte Schätzmethode, die als Ausgangslage auf die Metalle und nicht die Erze abstellt, wird die gesamte letzte Verwendung in Erzäquivalenten ausgedrückt, unabhängig davon, ob Erz oder Sekundärmetall zum Einsatz gebracht wurde. Allerdings verfügen auch Sekundärmetalle über einen Erzrucksack – irgendwann muss einmal Erz für ihre Erzeugung eingesetzt worden sein. Daher muss in einem zusätzlichen Schritt das Aufkommen an Sekundärmetallen aus inländischen Quellen geschätzt werden. Siehe hierzu Abschnitt 2.4.2.2.

---

<sup>65</sup> Vgl. (Europäische Union, 2011)

<sup>66</sup> Unter anderem von: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Deutsches Kupferinstitut, Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie (bdguss), ThyssenKrupp Materials International, Voestalpine Steel Division

<sup>67</sup> Im Einzelnen: Eisen und Mangan, Kupfer, Nickel, Chrom, Aluminium, Magnesium, Zink, Zinn, Blei, Titan, Molybdän, Kobalt, Bismut, Niob, Vanadium, Antimon, Silber, Gold, Ruthenium, Osmium, Rhodium, Iridium, Palladium, Platin, Uran.

In der Gesamtschau liefert dieses Verfahren je nach betrachtetem Erz Ergebnisse unterschiedlicher Qualität. Die direkte und indirekte Verwendung von massenmäßig bedeutenden Metallen wie Eisen, Kupfer oder Aluminium lässt sich relativ sicher einschätzen. Zudem sind die LCA-Koeffizienten, die der Umrechnung von Metall zu Erz dienen, bei diesen Metallen zum einen als relativ sicher einzuschätzen und zum anderen niedrig und besitzen damit einen verhältnismäßig geringen „Hebeleffekt“. Somit ist bei den Erzen dieser Metalle von relativ sicheren Ergebnissen auszugehen, die auch eine einzelne Ergebnisdarstellung erlauben.

Anders ist die Situation bei Metallen, die nur in sehr geringen Massen Verwendung finden. Beispielfhaft sind hier Edelmetalle oder auch Technologiemetalle zu nennen. Hier ist eine einzelne Abschätzung der direkten und indirekten Verwendung mit deutlichen Unsicherheiten behaftet. Zudem besitzen diese Metalle oft relativ große LCA-Koeffizienten, die zugleich mit gewissen Unsicherheiten behaftet sind. Im Schätzverfahren werden diese Metalle auf unterschiedliche Weise berücksichtigt. Teilweise werden für diese Metalle jeweils separate Erzäquivalente geschätzt (Gold, Silber, Ruthenium, Osmium, Rhodium, Iridium, Palladium, Platin), die qualitativ allerdings nicht zur separaten Ergebnisdarstellung genügen. Teilweise gehen sie lediglich als Summen bzw. Restpositionen bei anderen Metallen mit in die Schätzung ein und sind somit implizit in den Rohstoffäquivalenten enthalten.

Um wenigstens grobe Qualitätsabschätzungen im Bereich der Erze vornehmen zu können, wurden stichprobenartig in einem Top-down-Ansatz von den geologischen Diensten<sup>68</sup> veröffentlichte Weltförderraten entsprechender Erze bzw. Produktionsmengen der jeweiligen Metalle mit den direkten und indirekten Verwendungen in Deutschland verglichen. Hieraus resultierten teilweise in den Bereichen der Edelmetalle und der Technologiemetalle Modifikationen im Schätzprozess.

#### 2.4.2.2 Schätzung der Sekundärmetalle

Die Methode, die zur Ermittlung des inländischen Schrott- bzw. Sekundärmetallaufkommens Anwendung finden kann, ist von der Datenlage bei den unterschiedlichen Metallen abhängig. Die angewandten Schätzmethoden für die einzelnen metallischen Sekundärrohstoffe sind detailliert im Anhang in Übersicht 8 wiedergegeben. Dabei wird sowohl das „end-of-life“-Recycling als auch das Recycling von Produktionsabfällen berücksichtigt. Nicht mit einbezogen ist also das „inhouse“-Recycling von Produktionsabfällen. Letzteres ist bereits über die Input-Output Operationen weitgehend abgedeckt, da diese Recyclingform zu einem verminderten Bedarf an zuzukaufenden Rohstoffen führt. Die nachfolgende Zusammenfassung zeigt die Möglichkeiten und Grenzen für die einzelnen Metalle auf und bewertet kurz die Qualität der Schätzungen.

Bei den mengenmäßig bedeutsamen Metallen Eisen, Kupfer und Aluminium, aber auch bei Zinn, Zink und Blei ist die Datenverfügbarkeit zum Aufkommen von Sekundärmetallen gut und lässt daher auf valide Ergebnisse schließen. Insbesondere bei den typischen Stahlveredlern ist aber mit Unsicherheiten zu rechnen. Tendenziell ist insgesamt eher von einer Untererfassung der Nutzung von Sekundärmaterial und somit Überschätzung des RMC in diesem Bereich auszugehen. Die Einbeziehung von Ferronickel und Ferrochrom ist nicht ausschließlich als Recycling anzusehen. Vielmehr werden hier bereits rudimentär Effekte einer Kaskadennutzung<sup>69</sup> mit in die Betrachtung einbezogen.

Edelmetalle spielen für sich genommen mengenmäßig kaum eine Rolle. Sie sind aber für eine Reihe von Prozessen von großer Bedeutung. Zudem ist ihnen in der Regel ein erheblicher „Rucksack“ zuzurechnen. Wie internationale Studien zeigen, ist bei ihnen insgesamt von sehr hohen bis nahezu vollständigen Recyclingraten<sup>70</sup> auszugehen, weshalb eine Nichtberücksichtigung von Sekundärrohstoffen zu einer beträchtlichen Überschätzung des RMC führen würde. Die aktuelle Datenlage in diesem Bereich ist allerdings eher schlecht. Die teilweise Verwendung durchschnittlicher Recyclingraten für

<sup>68</sup> BGR, USGS, BGS

<sup>69</sup> Also etwa erst die Nutzung als „Class-I-Nickel“ und danach als Ferronickel.

<sup>70</sup> Eingesetztes Material wird mit hoher Wahrscheinlichkeit am Ende der Produktlebensdauer wiederverwendet.

diese Metalle ist nicht unproblematisch. Sie gibt zwar an, wie viel des in der Vergangenheit verwandten Materials irgendwann einmal dem Rohstoffkreislauf erneut zugeführt wird – allerdings muss dies nicht in Bezug zum Aufkommen in der aktuellen Periode stehen. Tendenziell ist eher von einem zu hohen Aufkommen an geschätzten Sekundärrohstoffen in Perioden mit hoher Materialverwendung insgesamt und einem zu niedrig geschätzten Aufkommen in Perioden mit niedriger Materialverwendung insgesamt auszugehen.

Das so geschätzte Aufkommen an Schrotten bzw. Sekundärmetallen wird nun zur weiteren Verrechnung so in Erz umgerechnet, wie es zur Einsparung an Primärerz beiträgt.

Nachdem die Verwendung von Erzäquivalenten nach Produktionsbereichen/Gütergruppen und Kategorien der letzten Verwendung sowie das Erzäquivalent des inländischen Sekundärmetallaufkommens bekannt sind, werden diese beiden Größen zusammengefügt. Dabei wird in der Bilanzierung das Erzäquivalent des Sekundärmetallaufkommens hilfsweise dem Produktionsbereich 38.3 (Dienstleistungen der Rückgewinnung von Wertstoffen; Sekundärrohstoffe) als negative Vorratsveränderung zugerechnet. Somit trägt das inländische Aufkommen an Sekundärmetallen vollständig zu einer Reduktion des Erzbedarfes für die letzte inländische Verwendung bei. Im- und Exporte hingegen werden durch diese Methodik grundsätzlich in Erzäquivalenten, d. h. Äquivalenten des ursprünglichen Rohstoffs, angegeben. Dabei ist es unerheblich, ob diese Im- bzw. Exporte direkt aus primärem Material oder aus Sekundärmaterial erstellt wurden.

### **2.4.3 Sonstige mineralische Rohstoffe**

#### **2.4.3.1 Einführung**

Der Bereich der sonstigen mineralischen Rohstoffe umfasst alle mineralischen Rohstoffe, die nicht zur Metallerzeugung abgebaut werden. Im nationalen Materialkonto sind dies die so genannten Baumineralien und die Industriemineralien. Im europäischen Materialkonto wird eine derartige Unterteilung nicht vorgenommen. Daher wird auch in diesem Projekt auf eine solche Kategorisierung verzichtet. Auch beim Torf wird hier anders verfahren als im nationalen Materialkonto: Statt den sonstigen mineralischen Rohstoffen wird Torf dem Bereich der fossilen Energieträger zugeordnet.

Die Schätzung der Rohstoffäquivalente für die sonstigen mineralischen Rohstoffe erfolgt auf der Basis eines zweistufigen Modells, wie es in Abschnitt 2.4.1 bereits kurz erläutert wird. Die ersten Verarbeitungsschritte werden über Materialstromtabellen abgebildet, die komplexeren Weiterverarbeitungen über Input-Output-Analyse. Teilweise wird dieses Modell abgewandelt und der Rohstoffbedarf für einzelne besonders relevante Produkte separat bestimmt. Hierzu zählt beispielsweise der Kalkstein- und Quarzsandbedarf für Behälterglas, der Düngerbedarf für landwirtschaftliche Produkte oder der Kalksteinbedarf in der Eisen- und Stahlherstellung. Datengrundlage für die Schätzungen sind neben der Input-Output-Tabelle des entsprechenden Jahres soweit nicht anders angegeben Daten aus dem nationalen Materialkonto.

Insgesamt wurde der Bereich der sonstigen mineralischen Rohstoffe in acht Gruppen unterteilt:

- ▶ Sand, Kies, gebrochene Natursteine,
- ▶ Naturwerksteine,
- ▶ Kalkstein und Gips,
- ▶ Tone,
- ▶ Quarzsande,
- ▶ Natriumchlorid,
- ▶ Düngemittelmineralien sowie
- ▶ Chemische Mineralien.

Für jede dieser Gruppen werden eigene Schätzungen vorgenommen. Hierbei kommen je nach Datenlage leicht abgewandelte Modelle zur Anwendung. Die Schätzmodelle für die einzelnen Rohstoffgruppen werden im Folgenden näher dargestellt.

#### **2.4.3.2 Sand, Kies, gebrochene Natursteine**

Dieser Bereich umfasst alle Sande und Brechsande, die dem Bereich der Bausande zugerechnet werden können. Bedingt durch ihre ähnliche Verwendbarkeit werden sie im Schätzmodell zusammen betrachtet. Ausgangsmaterial sind die aus dem Materialkonto entnommenen Informationen zur nationalen Entnahme von

- ▶ Bausand,
- ▶ Baukies,
- ▶ Feldsteinen, Feuerstein (Flintstein) und Kiesel,
- ▶ Brechsanden und Körnungen,
- ▶ Wasserbausteinen,
- ▶ Schrotten, Korngröße 35 bis 60 mm,
- ▶ anderen gebrochenen Natursteinen anderweitig nicht genannt,
- ▶ Körnungen, Splitt und Mehl aus Marmor,
- ▶ Körnungen, Splitt von anderen Natursteinen (ohne Marmor),

sowie zum Im- und Export von Bausand und Baukies. Abweichend vom nationalen Materialkonto ist gebrochener Dolomit nicht diesem Bereich, sondern dem Bereich Kalkstein und Gips zugerechnet.

Für die gesamte inländische Weiterverwendung wird angenommen, dass diese im Baubereich geschieht. Es erfolgt eine Verteilung auf die Bereiche Hoch- und Tiefbau auf Basis eines langjährigen Mittels von 65 % Hochbau und 35 % Tiefbau. Für die weitergehende Verwendung aus diesen Bereichen wird die Input-Output-Analyse angewendet.

Recyclingbaustoffe (Brechsande) sind massenmäßig in diesem Bereich durchaus relevant. Bedingt durch die auf der Entnahme bzw. dem Import aufgebaute Schätzung sind sie aber bisher nicht berücksichtigt. Das Aufkommen an Recyclingbaustoffen wird deshalb aus dem „Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle“ des Bundesverbandes Baustoffe – Steine und Erden e.V. entnommen. Mit dieser Information werden die aus der Input-Output-Analyse hervorgehenden Ergebnisse ergänzt. Um die Gesamtentnahme aus der Umwelt aus Konsistenzgründen nicht erhöhen zu müssen, wird das Aufkommen gleichzeitig als Vorratsveränderung im Produktionsbereich 41-43 (Hochbau, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe) in Abzug gebracht.

Keine Berücksichtigung findet der baubedingt angefallene und verwertete bzw. auf Deponien verbrachte Bodenaushub. Diese Position ist extrem volatil. Sie hängt im großen Umfang von einzelnen Bauprojekten ab.<sup>71</sup>

#### **2.4.3.3 Naturwerksteine**

Der Bereich der Naturwerksteine umfasst Tonschiefer, Trass und Tuffsteine sowie die sonstigen Naturwerksteine. Die Angaben entstammen dem Materialkonto. Von der Masse her ist dieser Bereich wenig bedeutend. Für die sonstigen Naturwerksteine wird daher vereinfacht eine Verwendung im Produktionsbereich bearbeitete Steine und Erden angenommen, für Tonschiefer, Trass und Tuffstei-

---

<sup>71</sup> Im Inland beträgt dieser Wert im Jahr 2010 beispielsweise rund 100 Mill t, im Jahr 2000 allerdings rund 165 Mill.t (u. a. bedingt durch den Bau der Schnellfahrstrecke Köln–Rhein/Main), Da Investitionen nach vorliegender Systematik immer dem jeweiligen Inland zugerechnet werden, ist eine Betrachtung in Verbindung mit indirekten Im- bzw. Exporten nicht notwendig.



ne im Hochbau. Gleichwohl ist davon auszugehen, dass geringe Mengen auch für die Produktion von Mörtel eingesetzt werden.

#### **2.4.3.4 Kalkstein und Gips**

Diese Rohstoffgruppe umfasst Gipsstein, Anhydrit, Kreide, Kalkstein sowie Dolomit. Die entsprechenden Entnahmen, Importe und Exporte entstammen dem Materialkonto. Zusätzlich enthalten ist gebrochener Dolomit, der im nationalen Materialkonto dem Bereich der Bausande zugerechnet wird.

Zur Schätzung der direkten und indirekten Verwendung von den Rohstoffen dieser Gruppe kommt ein System aus Materialstromtabellen mit angeschlossener Input-Output-Analyse zur Anwendung. Dies wird ergänzt um LCA-basierte Schätzungen für einige besonders kalksteinintensive Produkte (Glas, Eisen, Dünger für landwirtschaftliche Produktion sowie Zucker<sup>72</sup>). Hierfür werden die direkten und indirekten Verwendungen dieser Produkte mit entsprechenden LCA-Informationen kombiniert, die die zur Produktion notwendige Kalksteinmenge widerspiegeln.

Die Rohstoffäquivalente für die Eisen- sowie für die landwirtschaftliche Produktion werden ohnehin für die Berechnung der Rohstoffäquivalente im Bereich Erze bzw. Biomasse aus der Landwirtschaft benötigt und liegen daher vor. Für die Zuckerberechnung können weitestgehend die Rohstoffäquivalent-Schätzungen für Zuckerrüben/Zuckerrohr verwandt werden. Daher wird lediglich eine Schätzung der direkten und indirekten Verwendung von Glas als Sonderrechnung benötigt, Diese ist unter 2.4.3.10 näher dargestellt und kommt auch an anderen Stellen des Rechensystems (2.4.3.6 Quarzsand) zur Anwendung.

Da der Kalksteinbedarf für Glas, Eisen, Dünger und Zucker wie beschrieben über Sonderrechnungen bestimmt wird, wird in dem auf Materialstromtabellen und Input-Output-Analyse basierenden Schätzsystem sichergestellt, dass entsprechender Kalksteinbedarf an dieser Stelle nicht berücksichtigt wird, da es sonst zu Doppelzählungen kommen würde.

#### **2.4.3.5 Tone**

Diese Rohstoffgruppe umfasst Schiefer-ton, Lehm, Spezialton, Bentonit und Kaolin. Die Rohstoffäquivalent-Schätzung für diese Rohstoffgruppe erfolgt als Materialstromtabelle mit angeschlossener Input-Output-Analyse.

Der weitaus größte Teil dieser Rohstoffgruppe (Lehm, Spezialton, sowie der Großteil des Kaolins) wird dabei in der Materialstromanalyse der Weiterverarbeitung im Produktionsbereich „Keramik, bearbeitete Steine und Erden“ zugerechnet, weitere Anteile (Bentonit und Kaolin) dem Produktionsbereich „Papier, Pappe und Waren daraus“ sowie Schiefer-ton dem Hochbau.

Auf Grund der massenmäßigen Bedeutung der direkten Tonexporte werden diese unmittelbar aus dem Materialkonto (Außenhandlungsergebnis) übernommen und nicht über die Input-Output-Analyse geschätzt.

#### **2.4.3.6 Quarzsand**

Diese Rohstoffgruppe beinhaltet kieselsaure Sande und Quarzsande. Nicht dazu zählen Bausande sowie Sande, die auf Grund ihres Metallgehaltes<sup>73</sup> zur Metallverhüttung<sup>74</sup> abgebaut werden.

Ähnlich wie beim Kalkstein erfolgt die Schätzung der Rohstoffäquivalente über ein dreistufiges Verfahren. In einer Materialstromtabelle wird der entnommene und importierte Quarzsand auf die Pro-

---

<sup>72</sup> Bei der Herstellung von Zucker aus Melasse wird Kalkmilch eingesetzt, um im Scheideprozess Nichtzuckerstoffe zu entfernen. Der durch das Schätzmodell bestimmte Kalkbedarf des direkt und indirekt in Deutschland für Konsum- und Investitionszwecke verwendeten Zuckers beträgt beispielsweise rund 1,6 Mill. t (2010).

<sup>73</sup> Beispielsweise zur Herstellung von Titanoxyd

<sup>74</sup> Außer zur Siliziumherstellung

duktionsbereiche „chemische Erzeugnisse“, „Keramik, bearbeitete Steine und Erden“ sowie „Landverkehrs- und Transportleistungen in Rohrfernleitungen“<sup>75</sup> verteilt. Quarzsand zur Herstellung von Glas wird hierbei nicht berücksichtigt.

Im nächsten Schritt werden mittels Input-Output-Analyse die vorläufigen Rohstoffäquivalente für Quarzsand ermittelt. Diese werden nun um den für das Glas benötigten Quarzsand (vgl. Abschnitt 2.4.3.10) ergänzt. Hierfür wird die direkte und indirekte Verwendung von Glas mit LCA-Informationen kombiniert, aus der der entsprechende Quarzsandbedarf für Glas hervorgeht. Hierbei wird im Mittel von 720 kg SiO<sub>2</sub> pro Tonne Glas ausgegangen.

#### **2.4.3.7 Natriumchlorid**

Natriumchlorid wird aus der Natur entweder als Steinsalz durch Brechen oder nass abgebaut oder aber aus Meerwasser gewonnen. Unabhängig von der Methode umfasst diese Rohstoffgruppe nur das Gewicht des Natriumchlorids und nicht des enthaltenden Wassers.

Die Schätzung der Rohstoffäquivalente für Natriumchlorid erfolgt mittels Materialstromtabelle und Input-Output-Analyse. Durch die Materialstromtabelle wird die Natriumchloridverwendung dabei auf die Produktionsbereiche „Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse“ sowie „Chemische Erzeugnisse“ aufgeteilt. Das im Winterdienst verwandte Streusalz wird direkt der Kategorie der letzten Verwendung „Staatskonsum“ zugerechnet.

#### **2.4.3.8 Düngemittelminerale**

In dieser Rohstoffgruppe sind die typischen Düngemittelminerale Pottasche (Kaliumcarbonat) und Phosphatgestein enthalten, unabhängig davon, ob diese tatsächlich zur Düngung verwendet werden. Nicht enthalten ist Kalk bzw. Kalkstein. Die Schätzung der Rohstoffäquivalente der Düngemittelminerale erfolgt in einem verschachtelten, mehrstufigen Verfahren:

Die Verwendung von Düngemittelmineralen in der Landwirtschaft wird über die Rohstoffäquivalente einzelner landwirtschaftlicher Produkte multipliziert mit entsprechenden LCA-Informationen für diese Produkte berücksichtigt. Der Düngerbedarf der einzelnen landwirtschaftlichen Produkte wird dabei jährlich neu anhand der inländischen Düngerabgaben, der Erntemengen und des jeweiligen Nährstoffbedarfs geschätzt.

Auf die gleiche Art wird auch die Verwendung von Kieserit als Magnesiumdünger bestimmt. Die Kieseritverwendung wird allerdings bei den chemischen Mineralen (Abschnitt 2.4.3.9) massenmäßig erfasst.

Düngemittelminerale, die nicht zur Herstellung von Mineraldünger verwendet werden, werden über Materialstromtabellen mit einer daran anschließenden Input-Output-Analyse erfasst. Dies betrifft insbesondere Kalisalze zur Verwendung in der chemischen Industrie. Eine Ausnahme hiervon bildet das in der Glasherstellung verwendete Kaliumcarbonat. Dies wird analog dem Quarzsand geschätzt. Hierfür wird die direkte und indirekte Verwendung von Glas mit LCA-Informationen kombiniert, aus der der entsprechende Pottaschebedarf für Glas hervorgeht. Hierbei wird im Mittel von 1 kg K<sub>2</sub>O pro Tonne Glas ausgegangen. Im Inland abgebaute und dann direkt exportierte Düngemittelminerale werden einzeln erfasst.

#### **2.4.3.9 Chemische und sonstige Mineralien**

Diese Rohstoffgruppe umfasst ein breites Spektrum an mineralischen Rohstoffen. Neben Flussspat, Schwerspat und Farberden beinhaltet sie auch Schwefel sowie Graphit, Quarzit, Asphaltgestein, Feldspat, Pegmatit, Kieselgur, Kieselerde, Speckstein und weitere Mineralien<sup>76</sup>.

---

<sup>75</sup> Als Bremsand für Schienenfahrzeuge

Die Schätzung der Rohstoffäquivalente für die chemischen und sonstigen Mineralien erfolgt mittels Materialstromtabelle und Input-Output-Analyse. Durch die Materialstromtabelle wird die jeweilige Verwendung dabei auf ein breites Spektrum an Produktionsbereichen aufgeteilt. Dies ist Übersicht 1 zu entnehmen.

Übersicht 1: Zuordnung der Verwendung chemischer und sonstigen Mineralien auf die Produktionsbereiche

CPA	Produktionsbereich	Mineralien
01	Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd und Dienstleistungen	Vermiculit
10-12	Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse	Magnesia (Magnesiumcarbonat, Magnesiumoxid)
13-15	Textilien, Bekleidung, Leder- und Lederwaren	Asbest, Krokydolith
20	Chemische Erzeugnisse	Flussspat, Schwerspat, Farberden, Bariumsulfat, Borate inkl. Natriumborate, Eisenglimmer, Sepiolith, Kieselgur, Speckstein, Schwefelkies, Ilmenite (ohne Ilmenite zur Titanproduktion), sowie mineralische Stoffe anderweitig nicht genannt
23.1	Glas und Glaswaren	Bariumcarbonat
23.2-23.9	Keramik, bearbeitete Steine und Erden	Graphit, Quarzit, Quarz, Feldspat, Leuzit, Nepelein
24.4	NE-Metalle und Halbzeug daraus	Kryolith, Chiolith, Flußspat mit Calciumfluorid
26.1-26.4	DV-Geräte, elektronische Bauelemente und Erzeugnisse für Telekommunikation und Unterhaltung	Pegmatit, Glimmer
28	Maschinen	Schmirgel, natürlicher Korund u. a.
31-32	Herstellung von Möbeln und sonstigen Waren	Diamanten und Edelsteine (ohne Industriediamanten)
41	Hochbauarbeiten	Bimsstein, Sandstein, Perlit
42	Tiefbauarbeiten	Naturbitumen und Naturasphalt; Asphaltgestein, u.Ä.

#### 2.4.3.10 Nebenrechnung Glas

Bei Glas handelt es sich regelmäßig nicht um einen aus der Umwelt entnommenen Rohstoff<sup>77</sup>. Trotzdem wird als Zwischenrechnung eine Bestimmung der direkten und indirekten Verwendung von Glas vorgenommen, um diese als Schätzgröße für die Bestimmung der Rohstoffäquivalente von Quarzsand (2.4.3.6) und Kalkstein (2.4.3.4) zu nutzen.

<sup>76</sup> Die Zuordnung orientiert sich dabei an der Zuordnung im nationalen Materialkonto. Da in diesem zukünftig Änderungen in der Klassifizierung einzelner Mineralien absehbar sind, wird es voraussichtlich zukünftig auch Änderungen der Klassifizierung als chemische und sonstige Mineralien geben.

<sup>77</sup> Von den massenmäßig unbedeutenden Entnahmen an Impaktit, Fulgurit, Hyaloklasit, Palagonit, Obsidian, Tektit, Moldavit, u.Ä. kann an dieser Stelle abgesehen werden.



Hierfür wird eine getrennte Betrachtung für Behälterglas und sonstiges Glas durchgeführt. Datengrundlage sind die Produktionsangaben der Fédération Européenne du Verre d'Emballage (FEVE, für Behälterglas), die Produktionsstatistik des Verarbeitenden Gewerbes<sup>78</sup> sowie die Außenhandelsstatistik.

Bei der Input-Output-Analyse wird dabei davon ausgegangen, dass Behälterglas vorwiegend im Lebensmittelbereich zum Einsatz kommt. Das sonstige Glas wird gemäß der Verwendung in der Input-Output-Tabelle auf die einzelnen Produktionsbereiche zur Schätzung der Rohstoffäquivalente verteilt.

Bei Behälterglas wird zudem berücksichtigt, dass ein Großteil nicht aus primären, sondern aus sekundären Rohstoffen erstellt wird. Dies führt zu einer Minderung der inländischen Rohstoffäquivalente von Quarzsand und Kalkstein.

## **2.4.4 Fossile Energieträger**

### **2.4.4.1 Einführung**

Die Rohstoffgruppe der fossilen Energieträger umfasst Braunkohle, Steinkohle, Torf<sup>79</sup>, Erdöl und Erdgas. Damit unterscheidet sich die Abgrenzung leicht vom nationalen Materialkonto, das unter Energieträgern zusätzlich die Uran- und Thoriumerze, jedoch nicht den Torf erfasst.<sup>80</sup>

Insgesamt stellt sich die Schätzung der indirekten Verwendung von fossilen Energieträgern im Vergleich zu den anderen Rohstoffgruppen als relativ unsicher dar. Ursache hierfür ist die in Produktionsprozessen eingesetzte elektrische Energie, die ursprünglich u. a. aus den unterschiedlichen fossilen Energieträgern, aber auch aus ganz anderen Quellen (Kernenergie, erneuerbare Energien etc.) stammen kann. Da mithilfe der Materialflusstabellen und nationalen IOT allein keine zufriedenstellenden Abschätzungen der direkten und indirekten Verwendung von Energieträgern ermittelt werden konnten, wurde eine Sonderrechnung für diesen Bereich aufgebaut.

### **2.4.4.2 Sonderrechnung elektrische Energie**

Die normalerweise angewandten Methoden auf Basis der Life-Cycle-Analyse (Fußabdruck) oder des „Domestic Technology“-Ansatzes sind bei der Betrachtung der Rohstoffäquivalente für fossile Energieträger im Rahmen der hier durchgeführten Berechnungen nur bedingt brauchbar. Strom geht regelmäßig in fast alle Stadien der Produktionskette ein. Bei weiterverarbeiteten Gütern, eventuell mit Vorleistungen, die in mehreren Ländern erstellt wurden, ist es daher nahezu unmöglich nachzuvollziehen, auf Basis welcher Energieträger die elektrische Energie ursprünglich erzeugt wurde.

Ausgangspunkt für die Sonderrechnung ist hier nicht die Verwendung von fossilen Energieträgern, sondern die Verwendung von elektrischer Energie, wobei Daten aus zahlreichen Quellen<sup>81</sup> kombiniert werden. Die elektrische Energie wird, analog zu einer Berechnung von Rohstoffäquivalenten, mittels inländischer Energieflüsse und Input-Output-Analyse bestimmt. Im Ergebnis liegen dann direkte (inländische) und indirekte (ausländische) Verwendungsinformationen für elektrische Energie vor. Diese sind mit entsprechenden Intensitäten (t pro kWh) in die für ihre Umwandlung benötigten Massen an Energieträgern umzurechnen.

Bei der inländischen Stromverwendung wird dabei auf den Strommix der inländischen Erzeugung zuzüglich des Strommixes der direkten Stromimporte im Jahresdurchschnitt abgestellt. Auf diese Weise werden Intensitäten für die unterschiedlichen fossilen Energieträger bestimmt. Diese berücksich-

---

<sup>78</sup> Statistisches Bundesamt: Fachserie 4 Reihe 3.1, Glasproduktion (GP09-231)

<sup>79</sup> Nicht einzeln ausgewiesen, in Braunkohle enthalten

<sup>80</sup> Hier sind zukünftig beim nationalen Materialkonto Änderungen zu erwarten, da Uran- und Thoriumerze im europäischen Materialkonto zum Bereich der Erze gerechnet werden.

<sup>81</sup> AG Energiebilanzen, Energiestatistik, ENTSO-E, OECD

tigen neben den Wirkungsgraden bei der Energieumwandlung auch die Leitungsverluste. Bei indirekten Importen von Elektrizität werden Intensitäten zugrunde gelegt, die auf einem internationalen Strommix abzüglich Deutschland basieren. Für direkte Stromexporte werden dieselben Intensitäten wie für die inländische Stromverwendung herangezogen.

Hierbei handelt es sich mithin um vereinfachende Annahmen, die regionale und zeitliche Besonderheiten nicht oder nur sehr begrenzt enthalten. Der Strommarkt ist relativ komplex und durch seine Netzstruktur ist eine direkte Erzeuger-Verbraucher-Beziehung selbst mit hohem Aufwand nur in den wenigsten Fällen konkret darstellbar. Daher lässt sich die Verwendung von Durchschnittswerten für den Strommix der inländischen Erzeugung rechtfertigen. Bei direkten Importen und Exporten von elektrischer Energie könnten qualitative Verbesserungen erreicht werden, indem direkte Stromimporte und -exporte stundenaktuell in die Rechnungen mit einfließen, um somit den jeweils gerade aktuellen Strommix zu berücksichtigen. Der hierfür benötigte Aufwand steht allerdings nicht im Verhältnis zur zu erwartenden Qualitätsverbesserung der Ergebnisse.

Bei den indirekten Importen könnten anstelle von internationalen Durchschnittswerten, Durchschnittswerte der jeweiligen Lieferländer der einzelnen Importgüter Anwendung finden. Es müsste also zweidimensional nach Lieferländern und Gütern unterschieden werden. Der Umsetzungsaufwand hierfür ist allerdings immens, im Rahmen dieses Projektes kaum zu leisten und zudem auch mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. So ist das Lieferland nicht unbedingt das Produktionsland. Gleichzeitig kann der Strommix, der von Vorleistungen aus Drittländern herrührt, nicht berücksichtigt werden. Somit kann eine derartige Betrachtung allenfalls für einzelne Gütergruppen durchgeführt werden. Inwieweit dies zu einer Verbesserung der Validität der Ergebnisse beitragen würde, kann im Rahmen dieses Projektes nicht abgeschätzt werden<sup>82</sup>.

Tabelle 1 stellt den angenommenen Strommix für das Inland (direkte Verwendung elektrischer Energie) wie auch das Ausland (indirekte Verwendung elektrischer Energie) dar. Er drückt jeweils die Intensitäten der einzelnen fossilen Energieträger in Mill t Energieträger je TWh elektrischer Energie aus<sup>83</sup>.

Lesehilfe: Für eine im Jahr 2010 in Deutschland genutzte TWh Strom wurden durchschnittlich 0,227 Mill. t Braunkohle und 0,052 Mill. t Steinkohle und 0,002 Mill. t Erdöl und 0,033 Mill. t Erdgas (sowie weitere biotische und nukleare Rohstoffe) umgewandelt. Für importierte Güter, für die im Ausland elektrische Energie im Produktionsprozess aufgewandt wurde, wurden im Jahr 2010 je TWh durchschnittlich 0,041 Mill. t Braunkohle und 0,104 Mill. t Steinkohle und 0,009 Mill. t Erdöl und 0,040 Mill. t Erdgas (sowie weitere biotische und nukleare Rohstoffe) umgewandelt.

---

<sup>82</sup> Im Rahmen der Energierechnung der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen werden teilweise detaillierte Betrachtungen nach Ländern oder Ländergruppen und Produkten durchgeführt.

<sup>83</sup> Bei der Interpretation ist hier zu beachten, dass es sich um Intensitäten und nicht um reziproke Heizwerte handelt. Bezugsgröße ist also jeweils die gesamte in Strom umgewandelte Energie und nicht nur diejenige, die aus dem jeweiligen Energieträger stammt.

Tabelle 1: Intensitäten fossiler Energieträger (in Mill. t) je direkter und indirekter Verwendung elektrischer Energie (in TWh) nach Jahren<sup>84</sup>

Mill. t / TWh	2000	2008	2009	2010
<b>Direkte Verwendung elektrischer Energie</b>				
Braunkohle	0,246	0,233	0,241	0,227
Steinkohle	0,064	0,056	0,052	0,052
Erdöl	0,003	0,003	0,003	0,002
Erdgas	0,038	0,031	0,035	0,033
<b>Indirekte Verwendung elektrischer Energie</b>				
Braunkohle	0,053	0,044	0,043	0,041
Steinkohle	0,096	0,105	0,104	0,104
Erdöl	0,025	0,011	0,010	0,009
Erdgas	0,040	0,039	0,038	0,040

Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Rechenstand: Juni 2014

Bei dieser Betrachtungsweise bleibt unberücksichtigt, dass bestimmte Verwender Strom aus bestimmten Quellen und daher mit einer höheren oder niedrigeren Intensität bestimmter fossiler Energieträger beziehen<sup>85</sup>. Ein entsprechendes temporal und verwendungsseitig gegliedertes Datenmaterial steht im Rahmen dieses Projektes nicht zur Verfügung. Im Rahmen dieses Projektes wurde generell ein Durchschnitt zugrunde gelegt, was selbstverständlich die Ergebnisse beeinflusst.

#### 2.4.4.3 Braunkohle

Braunkohle wird hauptsächlich zur Umwandlung in elektrische Energie genutzt. Dementsprechend wird der Großteil der direkten und indirekten Verwendung von Braunkohle (>80 %) über die in Abschnitt 2.4.4.2 dargestellte Schätzung der Verwendung elektrischer Energie geschätzt.

Bei dem verbleibenden Teil kommt das standardisierte Verfahren aus Materialstromtabellen und Input-Output-Analyse zur Anwendung. Dabei wird für die ersten Verwendungen auf Angaben der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. zurückgegriffen und, sofern diese nicht im Detail vorliegen, auf monetären Informationen der Verwendungsrechnung.

<sup>84</sup>Lesehilfe: Für eine im Jahr 2010 in Deutschland genutzte TWh Strom wurden durchschnittlich 0,227 Mill. t Braunkohle und 0,052 Mill. t Steinkohle und 0,002 Mill. t Erdöl und 0,033 Mill. t Erdgas (sowie weitere biotische und nukleare Rohstoffe) umgewandelt. Bei importierten Gütern, für die im Ausland elektrische Energie im Produktionsprozess aufgewandt wurde, wurden hierfür im Jahr 2010 je TWh durchschnittlich 0,041 Mill. t Braunkohle und 0,104 Mill. t Steinkohle und 0,009 Mill. t Erdöl und 0,040 Mill. t Erdgas (sowie weitere biotische und nukleare Rohstoffe) umgewandelt.

<sup>85</sup> So finden beispielsweise Diskussionen, dass aus Deutschland exportierter Strom vorzugsweise aus „überschüssiger“ erneuerbarer Stromerzeugung oder aber aus nicht regelbarer fossiler oder nuklearer Grundlast stammt, keinen Eingang in die Berechnung der Rohstoffäquivalente. Auch sind regionale oder produktionstechnische Besonderheiten wie die Nähe bestimmter Kraftwerkstypen zu bestimmten Verwendern nicht berücksichtigt.

#### **2.4.4.4 Steinkohle**

Bei Steinkohle ist der aus der direkten und indirekten Verwendung elektrischer Energie geschätzte Anteil (> 50 %) zwar deutlich kleiner als bei der Braunkohle, trotzdem hat die unter 2.4.4.2 dargestellte Schätzung einen erheblichen Einfluss.

Der verbleibende Teil wird über Materialstromtabellen auf Basis von Angaben der Energiestatistik sowie über Input-Output-Analyse bestimmt. Dabei erfolgt eine Abstimmung der Aufteilung mit Ecksummen der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. In der Materialstrombetrachtung werden Steinkohle und Steinkohlenkoks einzeln berechnet und zum Gesamtergebnis zusammengeführt. Daran schließt sich eine Input-Output-Analyse an.

#### **2.4.4.5 Erdöl**

Bei der Schätzung der Rohstoffäquivalente wird auf die sehr detaillierte Unterteilung in Erdölprodukte aus der Energiestatistik, der Mineralölstatistik des BAFA sowie der Verwendungsrechnung der VGR zurückgegriffen. Somit wird in einem ersten Schritt die Verwendung getrennt nach leichtem Heizöl, schwerem Heizöl, Diesel, Ottokraftstoff, Flugturbinenkraftstoffen, Rohbenzin, Leuchtbenzin, Flüssiggas, Raffineriegas, Schmierstoffen, Wachs, Bitumen, Petrolkoks sowie sonstigen Rückständen aus der Erdölverarbeitung in Form von Materialstromtabellen analysiert und anschließend auf die Produktionsbereiche in der IOT verteilt. Für die Kraftstoffe Diesel, Ottokraftstoff, Heizöl und Flugturbinenkraftstoff wird eine Zuschätzung für die von inländischen Fahrzeugen im Ausland gebunkerte (getankte) Kraftstoffmenge vorgenommen. Diese Zuschätzung ist identisch mit der Zuschätzung im Materialkonto.

Bei der Verarbeitung von Mineralöl zu den unterschiedlichen oben genannten Gütern handelt es sich um eine Kuppelproduktion, d. h. in verschiedenen Verarbeitungsschritten entsteht ein Konglomerat von Produkten, wie etwa Benzin, Heizöl etc. Zur Umrechnung in Rohöl wird ein für alle betrachteten Produkte einheitlicher Faktor angewandt. Dieser berechnet sich aus der inländischen Produktionsmenge und dem insgesamt eingesetzten Rohöl und liegt je nach Jahr zwischen 1,04 und 1,08.

Die weiteren Rechnungen erfolgen mittels Input-Output-Analyse.

Dem so erstellten Ergebnis wird die aus Abschnitt 2.4.4.2 hervorgehende Masse an Rohöl hinzuge-rechnet, die aus der direkten und indirekten Verwendung von elektrischer Energie herrührt. Mit einem Anteil von rund 2,5 % an der gesamten direkten und indirekten Verwendung von Rohöl ist dieser Anteil, der von der direkten und indirekten Verwendung von elektrischer Energie herrührt, aber nicht annähernd so bedeutend wie bei Stein- oder Braunkohle.

#### **2.4.4.6 Erdgas**

Grundlage für die Schätzung der Rohstoffäquivalente für das Erdgas sind Materialströme, die auf Angaben aus der Erdgasbilanz des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) basieren. Wenn hieraus für bestimmte Bereiche keine detaillierten Informationen hervorgehen, wird auf die Energiebilanz und als letzte Alternative auf monetäre Angaben der Verwendungsrechnung zurückgegriffen. Die weitere Berechnung erfolgt mittels Input-Output-Analyse.

Dem so erstellten Ergebnis wird die aus 2.4.4.2 hervorgehende Masse an Erdgas hinzugerechnet, die aus der direkten und indirekten Verwendung von elektrischer Energie herrührt. Dieser Anteil beträgt in Relation zur gesamten direkten und indirekten Verwendung von Erdgas ca. 20 %.

### **2.4.5 Biotische Rohstoffe**

#### **2.4.5.1 Einleitung**

Definitiv gesehen ist die Betrachtung von pflanzlicher und tierischer Biomasse insgesamt problematisch. Das SEEA-CF unterscheidet an dieser Stelle zwischen der Betrachtung in den gesamtwirt-

schaftlichen Materialflussrechnungen und den physischen Aufkommens- und Verwendungsrechnungen<sup>86</sup>. Während in der physischen Aufkommens- und Verwendungsrechnung kultivierte Pflanzen als Teil der Wirtschaft angesehen werden<sup>87</sup>, werden aus messtechnischen Gründen in den gesamtwirtschaftlichen Materialflussrechnungen kultivierte Pflanzen regelmäßig als Teil der Umwelt angesehen. Eine Entnahme findet dann zum Zeitpunkt der Ernte bzw. des Fällens statt.

Vom ursprünglichen Grundgedanken her ergänzen die Rohstoffäquivalente die Informationen der gesamtwirtschaftlichen Materialflussrechnungen. Das relevante „OECD Handbuch zu Materialflussrechnungen“ schlägt im Falle der Entnahme von kultivierten Pflanzen vor, deren Aufnahme von Dünger bzw. den Saatguteinsatz nicht zu beachten. Deren Ausbringung ist vollständig als dissipative Abgabe an die Umwelt zu verstehen.<sup>88</sup> Diese Betrachtung ist erforderlich, um Doppelzählungen von Material zu vermeiden. Hier ergibt sich allerdings eine Kollision bei der Betrachtung in Form von Rohstoffäquivalenten. Diese sollen gerade den im Ausland stattfindenden Einsatz von Düngemitteln und Saatgut mit abbilden. Deren Ausbringung in die Umwelt findet nicht als Selbstzweck, sondern zum Zwecke der Pflanzenproduktion statt. Insoweit nehmen kultivierte Pflanzen eine Sonderstellung ein, die nicht methodisch sauber in das Konzept einzubeziehen ist.

Die kultivierte Tierproduktion<sup>89</sup> wird hingegen grundsätzlich als Teil der Wirtschaft angesehen. Demgegenüber sind Fischerei und Jagd aus Wildbeständen sowie das Pflücken wildlebender Pflanzen oder Pflanzenteile als Entnahmen aus der Umwelt zu betrachten.

Eine separate Betrachtung von biotischen und abiotischen Rohstoffen ist somit möglich. Grundsätzlich werden jedoch bei den abiotischen Rohstoffen bereits auch diejenigen berücksichtigt, die zur Produktion von Biomasse eingesetzt werden (Düngemittel, fossile Energieträger etc.). Diese eingesetzten Rohstoffe noch einmal als produzierte Biomasse zu erfassen würde Doppelzählungen bedeuten.

#### **2.4.5.2 Pflanzliche Biomasse aus der Landwirtschaft**

Mit dem Statistischen Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des BMEL<sup>90</sup> steht für viele biotische Rohstoffe eine umfangreiche Datenquelle bereit, die bereits rudimentär nationale Materialströme abbildet. Neben der verwertbaren Erzeugung und Im- und Exporten werden hier auch verschiedene intermediäre industrielle Verwertungen<sup>91</sup>, letzte Verwendungen durch Haushalte, Vorratsveränderungen sowie Verluste an verschiedenen Stellen der Handels- und Wertschöpfungsketten dargestellt. Auf diese Informationen baut die der Rohstoffäquivalente-Schätzung zugrunde gelegte Materialstromanalyse wesentlich auf. Betrachtet werden hierbei:

- ▶ Hartweizen,
- ▶ Weichweizen,
- ▶ Roggen,
- ▶ Gerste,
- ▶ Hafer,
- ▶ Körnermais,
- ▶ Triticale,
- ▶ Sorghum inklusive Hirse,
- ▶ Reis,
- ▶ Hülsenfrüchte,

---

<sup>86</sup> Vgl. SEEA-CF 3.283ff

<sup>87</sup> Hier sind beispielsweise dann die Nährstoffaufnahmen der Pflanzen die relevanten Entnahmen aus der Umwelt.

<sup>88</sup> OECD 2008, Seite 11f

<sup>89</sup> Auch die Aquakultur

<sup>90</sup> Zuvor BMELV

<sup>91</sup> Diese entsprechen im Terminus der VGR den intermediären Verwendungen im Produktionssektor.

- ▶ Gemüse,
- ▶ Obst inklusive Zitrusfrüchten,
- ▶ Zuckerrüben (inklusive Zuckerrohr)<sup>92</sup>,
- ▶ Ölstaaten,
- ▶ Wein<sup>93</sup>.

Aus dem nationalen Materialkonto stammen Angaben zu Entnahme, Import und Export von:

- ▶ Kaffee, Kakao, Tee, Tabak<sup>94</sup>,
- ▶ Faserpflanzen (Flachs, Hanf, Jute, Sisal, Kokos, Abaca, Ramie etc.),
- ▶ Hopfen<sup>95</sup> und sonstigen Pharmaziepflanzen<sup>96</sup>,
- ▶ Silomais<sup>97</sup>, sowie
- ▶ sonstigen Futterpflanzen<sup>98</sup>.

Die Berechnung der indirekten Importe erfolgt mittels Input-Output-Analyse noch in der oben dargestellten Tiefe. Hieraus werden mittels Koeffizienten auch die indirekten Importe von Düngemitteln abgeleitet<sup>99</sup>. Bedingt durch die im Bereich Landwirtschaft und Ernährung relativ grobe Struktur der Input-Output-Tabelle ist eine Abschätzung der indirekten Exporte der pflanzlichen Biomasse aus der Landwirtschaft nur auf hoch aggregierter Ebene, d.h. für pflanzliche Biomasse aus der Landwirtschaft insgesamt, mit hinreichender Sicherheit möglich. Hieran orientiert sich auch die Ergebnisdarstellung. Dementsprechend erfolgt die Abschätzung des indirekten Exportes von Düngemitteln auch basierend auf den Durchschnittswerten für die landwirtschaftlichen Produkte insgesamt.

#### 2.4.5.3 Biomasse aus der Forstwirtschaft

Datengrundlage zur Abschätzung der Rohstoffäquivalente bei forstwirtschaftlichen Produkten ist die Waldgesamtrechnung, die im Auftrag des Statistischen Bundesamtes vom Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, durchgeführt wird. Neben dem für die Rohstoffäquivalente-Abschätzung nicht relevanten stehenden Holz bildet diese die Materialströme für

- ▶ Stammholz,
- ▶ Brennholz,
- ▶ Faserholz,
- ▶ Schnittholz und Holzwerkstoffe,
- ▶ andere Holzprodukte,
- ▶ Zellstoff,
- ▶ Papier,
- ▶ Holzabfall als Produkt sowie

---

<sup>92</sup>Die Berechnung erfolgt auf Basis des Zuckers. Da der Zuckeranteil des Rohrs in etwa dem der Rübe entspricht, ist eine gesonderte Betrachtung des Zuckerrohrs nicht erforderlich.

<sup>93</sup>Die Berechnung erfolgt auf Basis des Weins. Vereinfacht wird dabei davon ausgegangen, dass für einen Liter Wein 1,6 kg Trauben benötigt werden.

<sup>94</sup>Die Angaben zur Tabakernte stammen vom HZA Hamburg Jonas, bundesweit zuständig für die Gewährung der Tabakbeihilfe nach § 1 Abs. 2 Nr. 7 der Verordnung über die Durchführung von Stützungsregelungen und des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems.

<sup>95</sup> Es wird eine Verwendung im Produktionsbereich Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse angenommen.

<sup>96</sup> Es wird eine Verwendung im Produktionsbereich Pharmazeutische Erzeugnisse angenommen.

<sup>97</sup> Eine Aufteilung auf die Verwendungen in dem Produktionsbereich Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse sowie zur energetischen Verwendung findet nach Angaben des DMK statt.

<sup>98</sup> Im Gegensatz zum nationalen Materialkonto ohne Mais, da dieser bereits in den Angaben zu Silomais bzw. Körnermais enthalten ist.

<sup>99</sup> Siehe Abschnitt 2.4.3.8



- ▶ Altpapier als Produkt

auf die Verwendungen in

- ▶ Forstwirtschaft,
- ▶ Holzgewerbe,
- ▶ Zellstoffherstellung,
- ▶ Papierherstellung,
- ▶ Druckindustrie,
- ▶ Recycling,
- ▶ andern Produktionsbereichen sowie in
- ▶ Endverbrauch,
- ▶ Vermögensbildung, und
- ▶ Export

ab.

Eine detailliertere Aufteilung dieser Verwendungen erfolgt unter Zuhilfenahme der monetären Verwendungstabelle der Input-Output-Rechnung. Die weitere Bestimmung der Rohstoffäquivalente erfolgt mittels Input-Output-Analyse wie unter 2.4.1 beschrieben.

#### **2.4.5.4 Biomasse aus Fischerei und Jagd**

##### **Fischerei**

Grundlage für die Abschätzung der Rohstoffäquivalente für Fische und sonstige Meerestiere (und –pflanzen)<sup>100</sup> bilden Daten der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO), der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) und der Außenhandelsstatistik. Anders als im nationalen und europäischen Materialkonto basiert die inländische Entnahme nicht auf den Anlandeergebnissen der BLE<sup>101</sup> sondern auf dem so genannten Anlandegewicht in Lebendäquivalent<sup>102</sup> der FAO<sup>103</sup>. Hierdurch wird gewährleistet, dass Gewichtsverluste durch erste Verarbeitungsschritte auf See mit berücksichtigt werden.

Grundsätzlich gibt es im Bereich des Rohstoffes „Fisch und sonstige Meerestiere“ definitorische Abweichungen gegenüber anderen Rohstoffen: Der Begriff der inländischen Entnahme wird bei Fisch nicht als geographische Bestimmung sondern als Entnahme durch deutsche Fischereifahrzeuge definiert. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass Seefische im Regelfall nicht innerhalb der Hoheitsgebiete einzelner Staaten gefangen (=aus der Umwelt entnommen) werden. Diese Abgrenzung der Fischereiwirtschaft ist konform mit der Betrachtungsweise im Europäischen System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen (ESVG).

Ein weiterer Sonderfall sind Muscheln aus Aquakultur. Diese werden, obwohl sie gattungsmäßig Tiere sind, wie pflanzliche Biomasse aus der Landwirtschaft behandelt. Ihre „Ernte“ wird als Umweltentnahme angesehen. Im Gegenzug wird auf die Erfassung des durch sie auch in Aquakultur als Nahrung aufgenommen Planktons verzichtet.

Im- und Exportangaben zu Fisch und sonstigen Meerestieren entstammen der Außenhandelsstatistik. Mit Hilfe eines Quotienten aus Anlandeergebnissen sowie dem Lebendäquivalent (siehe oben) werden die aus der Außenhandelsstatistik stammenden Im- und Exportangaben auf Lebendäquivalente hochgerechnet. Materialstrommäßig wird die Verwendung von Fischen dem Produktionsbereich

---

<sup>100</sup> Krebstiere, Weichtiere, Amphibien, Reptilien, wirbellose Wassertiere, Wasserpflanzen.

<sup>101</sup> (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, jährlich)

<sup>102</sup> Nominal catch

<sup>103</sup> FAO capture and aquaculture databases



„Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse“ zugerechnet. Exporte unverarbeiteter Fische werden dabei über die Materialstromtabelle erfasst, verarbeitete Fische über Input-Output-Analyse abgebildet. Die weitere Schätzung der Rohstoffäquivalente erfolgt wie in 2.4.1 beschrieben.

### **Biomasse aus der Jagd**

Massenmäßig ist dieser Rohstoffbereich mit einer inländischen Entnahme von 30 000 bis 60 000 t pro Jahr im Gesamtsystem relativ unbedeutend. Auch die Importe von Fleisch der betreffenden Tierarten sind im Verhältnis zu den anderen hier betrachteten Rohstoffen mit rund 20 000 t pro Jahr relativ gering. Zudem werden die Tiere in den Hauptexportländern zumeist in Gehegen gehalten. Aus Vereinfachungsgründen wird bei Importen daher davon ausgegangen, dass es sich hierbei ausschließlich um so genanntes Gatterwild handelt. Somit werden die entsprechenden Rohstoffäquivalente nicht als Biomasse aus der Jagd, sondern indirekt über das Futter bzw. über die geweidete Biomasse erfasst. Eine Schätzung für Rohstoffäquivalente von Biomasse aus der Jagd wird beim Import entsprechend nicht vorgenommen. Die Exporte werden über die Input-Output-Analyse erfasst. Insgesamt ist der Einfluss der Biomasse aus der Jagd auf das Ergebnis für die Rohstoffgruppe „Biomasse aus Fischerei und Jagd“ nahezu vernachlässigbar.

### **2.4.6 Zusammenfassung Sekundärrohstoffe**

Grundsätzlich werden die Auswirkungen der Nutzung von Sekundärrohstoffen über die Input-Output-Analyse erfasst. Dabei wird bei der Schätzung der Importäquivalente von nationalen Gegebenheiten bei der Nutzung von Sekundärrohstoffen ausgegangen. Die nationale Situation ist allerdings nicht repräsentativ für das Ausland. So würde ein geringerer Einsatz von (Primär-)Rohstoff im Inland demnach auch zu geringeren Rohstoffäquivalenten der Importe sowie der Exporte führen. Dieser Ansatz erfolgt implizit im Rahmen der Input-Output-Analyse, wenn keine anderweitigen Annahmen getroffen und in die Berechnung mit einbezogen werden.

Für bestimmte massenmäßig bedeutendere Sekundärrohstoffe werden im Rahmen der Schätzung der Rohstoffäquivalente allerdings gesonderte Rechnungen vorgenommen. Dabei wird nicht der inländische Einsatz im Produktionsprozess, sondern das inländische Aufkommen als Grundlage für die Schätzung der Rohstoffäquivalente herangezogen. Es wird davon ausgegangen, dass die erstellten Güter der letzten Verwendung grundsätzlich ursprünglich aus Primärrohstoffen bestehen. Da dies zu einer Überschätzung führen würde, werden im Gegenzug Einsparungen aus dem inländischen Aufkommen dieser Sekundärrohstoffe als inländische Vorratsveränderung gebucht. Weil nicht immer sicher ermittelt werden kann, woher diese Sekundärrohstoffe ursprünglich stammen (Konsum- oder Investitionsgüter, welche Gütergruppe etc.), wird diese Vorratsveränderung dem Produktionsbereich „Dienstleistungen der Abwasser-, Abfallentsorgung und Rückgewinnung“ zugerechnet. Dies betrifft folgende massenmäßig bedeutende Sekundärrohstoffe:

- ▶ Behälterglas (Rohstoff Quarzsande und Rohstoff Kalkstein),
- ▶ Brechsand (Rohstoff Sand, Kies, gebrochene Natursteine) – hier erfolgt die Zurechnung abweichend beim Produktionsbereich Bau,
- ▶ Metalle (Rohstoff Erz),
- ▶ Papier (Rohstoff Holz).

Eine detailliertere Beschreibung des Schätzverfahrens und der Zurechnung ist auch in den Abschnitten zu den jeweiligen Rohstoffen enthalten.

### **2.4.7 Zusammenfassung der Gliederung nach Rohstoffen/Rohstoffgruppen**

In den vorhergehenden Abschnitten 2.4.2 bis 2.4.5 wurden die Schätzverfahren für die einzelnen Rohstoffe, die in die Schätzung der Rohstoffäquivalente einbezogen werden, ausführlich dargestellt. Die Ergebnisdarstellung wird sich an folgender Gliederung orientieren:

- ▶ Vier aggregierte Rohstoffgruppen unterteilt in 19 detaillierte Rohstoffgruppen<sup>104</sup>
  - Erze
    - Eisen- und Manganerze
    - Nichteisenerze, darunter
      - Kupfererze
      - Bauxit
  - Fossile Energieträger
    - Braunkohlen
    - Steinkohlen
    - Erdöl
    - Erdgas
  - Sonstige mineralische Rohstoffe
    - Düngemittelmineralien
    - Chemische Mineralien
    - Natriumchlorid
    - Quarzsande
    - Kalkstein, Gips
    - Sand, Kies, gebrochene Natursteine
    - Naturwerksteine
    - Tone
  - Biomasse aus
    - Landwirtschaft
    - Forstwirtschaft
    - Fischerei und Jagd

#### 2.4.8 Untergliederung nach Produktionsbereichen resp. Gütergruppen

Wie bereits unter 2.4.1 dargestellt, wird für die Schätzung der indirekten Importe und indirekten Verwendungen die nationale IOT herangezogen. Diese matrixförmige Tabelle gliedert sich in 73 mal 73 Produktionsbereiche. Allerdings werden im Berechnungsverfahren auch weitere Datenquellen hinzugezogen, die teilweise unterschiedliche Gliederungen aufweisen oder Zuordnungen nicht überall in voller Tiefe zulassen. Bedingt durch diese Restriktionen im Rechenverfahren lässt sich bei einer Ergebnisdarstellung mit hinreichender Qualität diese Gliederungstiefe nach 73 Produktionsbereiche bzw. Gütergruppen nicht aufrechterhalten. Daher werden die Ergebnisse etwas gröber nach den folgenden 24 Produktionsbereichen (aufkommenseitig) bzw. Gütergruppen (verwendungsseitig)<sup>105</sup> unterteilt dargestellt:

1. Landwirtschaft, Fischerei, Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse
2. Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen
3. Kohle, Erdöl, Erdgas, Kokerei- und Mineralölerzeugnisse
4. Erze, Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse und Dienstleistungen.
5. Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren
6. Holz, Papier, Druck
7. Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse, Gummi- und Kunststoffwaren
8. Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden
9. Metallerzeugnisse
10. Elektrische, elektronische und optische Erzeugnisse

---

<sup>104</sup> Die genaue Zusammensetzung ist im Abschnitt 1.4 sowie im zugehörigen Tabellenband ersichtlich.

<sup>105</sup> Die Gliederung orientiert sich an der CPA.

11. Maschinen
12. Fahrzeuge
13. Möbel und Waren anderweitig nicht genannt
14. Reparatur, Instandhaltung und Installation von Maschinen und Ausrüstungen
15. Energieversorgung
16. Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung
17. Dienstleistungen der Abwasser-, Abfallentsorgung und Rückgewinnung
18. Bau
19. Handel
20. Verkehr
21. Beherbergungs- und Gastronomiedienstleistungen
22. Unternehmensdienstleistungen
23. Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistungen
24. persönliche Dienstleistungen.

Dabei ist zu beachten, dass aufkommensseitig die Rohstoffäquivalente nur bei ihrem erstmaligem Aufkommen in der inländischen Wirtschaft erfasst werden – nämlich bei dem Produktionsbereich, der sie aus der Umwelt entnimmt bzw. aus dem Ausland einführt (oder reimportiert). Obwohl eine derartige Darstellung erfolgen kann, ist ihr Aussagewert deutlich eingeschränkt.

Verwendungsseitig (also gegliedert nach Konsum- und Investitionsgütern sowie dem Export) erfolgt die Zuordnung der Rohstoffäquivalente anhand der Gütergruppen. Hierbei ist zu beachten, dass die Zuordnung sich ausschließlich an der letzten Verwendung orientiert. Dadurch kann auch diese Darstellung zu Fehlinterpretationen der Aussagen führen, da teilweise identische Güter der letzten Verwendung (beispielsweise dem Konsum) dienen oder auch als Vorleistung für die Produktion eines anderen Gutes verwendet werden können.

Daher sollte, soweit möglich, eine Gliederung nach Kategorien der letzten Verwendung (bzw. aufkommensseitig nach inländischer Entnahme und Importen), eventuell auch in Verbindung mit einer Gliederung nach Rohstoffgruppen, dieser Gliederung nach Produktionsbereichen bzw. Gütergruppen vorgezogen werden.

#### **2.4.9 Evaluierung des modifizierten Schätzverfahrens**

Das vorgestellte modifizierte Schätzverfahren ist geeignet, Ergebnisse für Rohstoffäquivalente auf der Makro- wie auch auf der Meso-Ebene bereitzustellen. Dabei können mehrere Dimensionen unterschieden werden:

- ▶ In Richtung der Rohstoffe kann eine Gliederung nach aggregierten Rohstoffgruppen (Erzen, fossilen Energieträgern, sonstigen mineralischen Rohstoffen, Biomasse) erfolgen. Darüber hinaus sind weitere Untergliederungen nach detaillierteren Rohstoffgruppen (beispielsweise Sand, Kies, gebrochene Natursteine oder Kupfererze) realisierbar.
- ▶ Der RMI kann sowohl aufkommensseitig (inländische Entnahme, Importe in Rohstoffäquivalenten) als auch verwendungsseitig (Konsum, Ausrüstungsinvestitionen, Bauten, Export) dargestellt werden.
- ▶ Je nach Betrachtungsrichtung (aufkommens- bzw. verwendungsseitig) ist auch eine Untergliederung (der CPA folgend) in Produktionsbereiche (aufkommensseitig) bzw. Gütergruppen (verwendungsseitig) realisierbar. Hier sollte von einer Gliederungstiefe wie in der nationalen IOT abgesehen werden. Dennoch ist ein relativ hoher Detaillierungsgrad (ca. 24 Produktionsbereiche bzw. Gütergruppen) darstellbar. Dabei ist zu beachten, dass Produktionsbereichen bzw. Gütergruppen unterschiedliche Bedeutungen zukommen. Im ersten Fall würde das Rohstoffäquivalent demjenigen Produktionsbereich zugerechnet, der es als erstes aus der inländischen Umwelt entnimmt bzw. aus dem Ausland importiert (oder reimportiert). Im zweiten

Fall würde das Rohstoffäquivalent vollständig der letzten Verwendung – also den Konsum- und Investitionsgütern sowie dem Export – zugerechnet werden.

Somit bildet das hier vorgestellte modifizierte Schätzmodell für die Rohstoffäquivalente eine gute Basis, um einerseits die Resultate direkt zu interpretieren, andererseits aber auch abgeleitete Indikatoren darauf aufzubauen. Die detaillierten Ergebnisse, in gewissem Umfang auch mehrdimensional kreuztabelliert, sind in dem zu diesem Bericht separat erschienenen Tabellenband enthalten.

Das modifizierte Schätzmodell, wie es in den Abschnitten 2.4.1 bis 2.4.5 beschrieben ist, ist in der Lage die im Prüfauftrag formulierten Anforderungen mit hinreichender Genauigkeit unter den beschriebenen Bedingungen zu erfüllen. Somit gehen hier die geleisteten Arbeiten über die im Projektauftrag gestellten Anforderungen weit hinaus. Gefordert war lediglich eine Prüfung, inwieweit das bisherige Modell zur Erstellung disaggregierter Ergebnisse geeignet ist. Demgegenüber wurde hier ein komplett modifiziertes Rechenmodell entwickelt und eine Bereitstellung der entsprechenden Ergebnisse wurde nicht nur auf Machbarkeit untersucht, sondern auch realisiert.

Eine wesentliche Änderung gegenüber dem bisherigen Verfahren ist die Vermeidung von Produktrepräsentanten<sup>106</sup>, deren Zuverlässigkeit in Bezug auf die Güter, die sie repräsentieren sollen, nicht durchgängig gesichert werden kann. Da teilweise Ergebnisse der Input-Output-Analyse erst im Nachhinein durch die Angaben der Produktrepräsentanten ersetzt wurden, fanden diese Modifikationen durch die Produktrepräsentanten keinen Eingang in die weiterverarbeiteten Importe<sup>107</sup>. Zudem wurden Produktrepräsentanten lediglich bei Importen verwandt und hatten so nur mittelbar Einfluss auf die Exporte, die ausschließlich über Input-Output-Analyse bestimmt wurden. Diese methodische Ungleichbehandlung existiert im modifizierten Verfahren nicht mehr, da auf den nachträglichen Austausch von Ergebnissen der Input-Output-Analyse durch die Angaben der Produktrepräsentanten verzichtet wurde.

Stattdessen wird im modifizierten Schätzmodell ein Verfahren angewandt, in dem der Austausch vor der Durchführung der Input-Output-Analyse erfolgt. Somit gehen die durch die detaillierten Repräsentanten gewonnenen Informationen in die Input-Output-Analyse ein und wirken sich so auch auf die weiterverarbeiteten Importgüter aus. Nach Durchführung der Input-Output-Analyse auf Ebene der Metalle findet eine weitere Umrechnung in Erze auf Basis von LCA-Angaben statt. Somit ist sichergestellt, dass für alle weiterverarbeiteten Güter die LCA-Angaben Berücksichtigung finden. Dies trägt insbesondere im Bereich der Erze zu erheblichen Qualitätsverbesserungen der Schätzung bei. Ähnliche Verfahren der nachgelagerten Berücksichtigung von LCA-Angaben finden sich u. a. teilweise bei Quarzsand<sup>108</sup>, Düngemitteln<sup>109</sup> und Kalkstein<sup>110</sup>.

Aufgrund begrenzter Kapazitäten konnten bei der Umsetzung der Rohstoffäquivalente-Schätzungen nicht alle Detailinformationen aus allen eventuell verfügbaren Datenquellen berücksichtigt werden. Durch den modularen Aufbau des Rechensystems ist es zukünftig möglich, bessere Informationen in die Rechnungen mit einzubeziehen<sup>111</sup>, wenn entsprechende Mittel zur Verfügung stehen oder neue Datenquellen verfügbar werden. Entsprechende Schnittstellen sind im Rechensystem vorgesehen.

Auch an anderen Stellen des Rechensystems mussten kapazitätsbedingt Einschränkungen hingenommen werden. So werden teilweise Daten aus Primärquellen in die Rechnungen mit einbezogen, ohne sie explizit in die Klassifikationskonzeption der – dem Schätzmodell zu Grunde liegenden –

---

<sup>106</sup> Siehe Abschnitt 2.2.1.4

<sup>107</sup> Stahlimporte wurden beispielsweise über einen Repräsentanten geschätzt, Autoimporte aber komplett über IOT.

<sup>108</sup> Auf Basis von Glas

<sup>109</sup> Auf Basis von pflanzlicher Biomasse aus der Landwirtschaft

<sup>110</sup> Auf Basis von Glas, Eisen, Zucker und pflanzlicher Biomasse aus der Landwirtschaft

<sup>111</sup> Dies könnte beispielsweise Angaben aus den Energieflussrechnungen betreffen.

Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen umzuschlüsseln. Dies betrifft beispielsweise Abgrenzungen der privaten Haushalte oder des Im- und Exportes. Auch hier sind bereits entsprechende Schnittstellen vorgesehen, die eine spätere Anpassung ermöglichen. Nach ersten Abschätzungen dürften die Auswirkungen auf die Rohstoffäquivalente-Schätzungen allerdings gering sein.

Ähnlich gelagert ist auch die Problematik der Zuweisung einzelner Rohstoffe zu verwendenden Produktionsbereichen. Auch hier kann es zu Abweichungen zwischen den Klassifikationen in den monetären VGR und der auf physischen Materialströmen basierenden Materialflussrechnung und den abgeleiteten Materialstromtabellen kommen. Dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse gegliedert nach Produktionsbereichen bzw. Gütergruppen zu beachten.<sup>112</sup>

Andererseits ist das modifizierte Schätzmodell ergebnisseitig flexibel. Durch die Modifikation ist es nunmehr nicht nur möglich, die Exporte in Rohstoffäquivalenten auszuweisen, sondern auch die anderen Kategorien der letzten Verwendung sowie eine verhältnismäßig richtungssicher interpretierbare Aufteilung nach Gütergruppen. Aus Kapazitätsgründen nicht weiter verfolgt wurde eine Berechnung der Rohstoffäquivalente für intermediäre Verwendungen innerhalb des produzierenden Sektors. Dies wäre eine Voraussetzung für die Erstellung von physischen „Supply and Use Tables“ (SUTs) in Rohstoffäquivalenten, die auch die indirekte Rohstoffabhängigkeit nach Produktionsbereichen aufzeigen können.

Der direkte und indirekte Import und Export von Strom hat wesentlichen Einfluss auf die Masse der indirekt ein- und ausgeführten fossilen Energieträger. Hier macht das Modell nachvollziehbare Annahmen auf Basis von Durchschnitten. Es kann teilweise auch nationale Besonderheiten berücksichtigen. Eine detailliertere Erfassung von Verwendungsregionen und Zeiten könnte jedoch zu deutlich abweichenden Ergebnissen führen. Eine derart detaillierte Betrachtung konnte im Rahmen dieses Projektes jedoch nicht geleistet werden.

Durch die Berücksichtigung von Recycling in Form von inländischem Aufkommen an Sekundärmaterialien bekommen Sekundärrohstoffe und Produkte daraus auch materialmäßig einen Wert zugerechnet. Dies erscheint vor dem Hintergrund der Bedeutung der Sekundärrohstoffe für den Ressourcenschutz angebracht. Die Ströme können konsistent in das System eingefügt werden, so dass eine vollständige Bilanzierung erfolgt. Eine detaillierte, einzelne Ausweisung nach Aufkommensbereichen der Sekundärrohstoffe ist aber derzeit durch die begrenzte Datenlage nicht realisierbar.

Es muss aber auch erwähnt werden, dass es sich bei den vorliegenden Berechnungen um ein Schätzmodell handelt, das partiell auf Annahmen beruht. Die hier dargestellten Ergebnisse sind also nicht mit Ergebnissen einer amtlichen Statistik, die auf einer Stichprobe oder gar einer Vollerhebung basiert, zu vergleichen.

Insgesamt bildet das modifizierte Schätzmodell, das auf einer Überarbeitung und Optimierung des bisherigen basiert, jedoch ein robustes Werkzeug zur Abschätzung der Verwendung von Rohstoffen ausgedrückt in Rohstoffäquivalenten. Sein Interpretationsschwerpunkt sollte dabei eher auf den relativen Veränderungen im längerfristigen Zeitablauf und zwischen Rohstoffen und Gütergruppen als auf der absoluten Höhe der ausgewiesenen Masse liegen.

---

<sup>112</sup> So ist partiell davon auszugehen, dass die Zuordnung von Rohstoffen zu der Kategorie der letzten Verwendung „Bauten“ aussagekräftiger ist als die Zuordnung zum Produktionsbereich „Bau“.

## 3 Evaluierung der Materialflussindikatoren

### 3.1 Einleitung

Grundsätzlich lassen sich zwei wesentliche Arten von Indikatoren unterscheiden: Zum einen Indikatoren, die ausschließlich auf Materialflüssen oder Materialflüssen ausgedrückt in Rohstoffäquivalenten basieren; zum anderen diejenigen Indikatoren, die diese in Relation zu anderen (ökonomischen oder demografischen) Kennziffern setzen.

Dieses Kapitel befasst sich ausschließlich mit den reinen Materialflussindikatoren, deren Aussage und Inhalt. Gleichzeitig werden Verweise auf Indikatoren außerhalb des Universums der Materialflüsse gegeben, die für bestimmte Fragestellungen geeigneter scheinen. Später werden im Kapitel 0 sinnvolle, insbesondere ökonomische Bezugsgrößen aus der VGR diskutiert und die Aussagen der daraus abgeleiteten Indikatoren dargestellt.

### 3.2 Materialflussindikatoren in Rohstoffäquivalenten

#### 3.2.1 Erstmaliges Aufkommen in Rohstoffäquivalenten (RMI)

Das „Erstmalige Aufkommen in Rohstoffäquivalenten“ (Raw Material Input, RMI) bezieht sich auf die Rohstoffe, die in das System der inländischen Wirtschaft entweder durch Entnahme aus der inländischen Umwelt oder über direkte oder indirekte Importe aus dem Ausland eingehen. Die weitere Verwendung dieses Materials ist dabei unerheblich, es kann direkt dem inländischen Konsum oder der Investition dienen, als Vorleistung in die inländische Weiterverarbeitung gehen oder auch im gleichen Zustand (wieder) exportiert werden. Somit ist dies einerseits ein sehr rudimentärer Indikator, der vom methodischen Konzept her sehr klar ist und einfach bestimmt werden kann, andererseits wird dieser Indikator von mehreren Einflussgrößen bestimmt, was seine Interpretation in Bezug auf spezielle Fragestellungen schwierig macht und leicht zu Fehlinterpretationen führen kann.

Das Einbeziehen von Importen und das Nichtabziehen von Exporten kann bei diesem Indikator zu Mehrfachzählungen in zwei unterschiedlichen Bereichen führen:

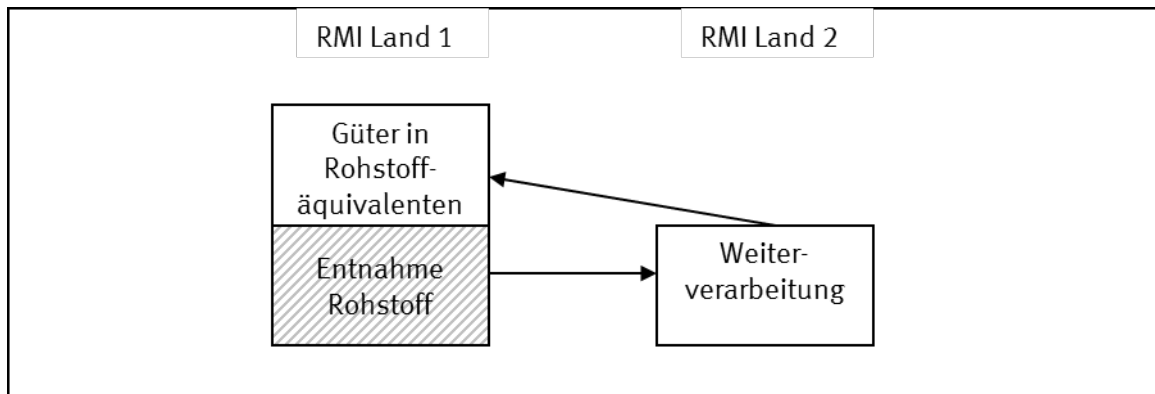
Zum einen kann Material gleichzeitig in mehreren unterschiedlichen Ländern erfasst werden – beispielsweise im Entnahmeland und einem Importland. Das bedeutet, dass dieser Indikator räumlich nicht additiv ist. Die Summe der RMI einzelner Staaten Europas beispielsweise wäre folglich größer als ein RMI für Europa insgesamt.

Zum anderen kommt es auch national zu Mehrfachzählungen, nämlich immer dann, wenn Material, das exportiert wird, später wieder importiert wird – beispielsweise bei einer nationalen Entnahme und einem anschließenden Import der aus dieser Entnahme nach Export im Ausland verarbeiteten Güter. Abbildung 1 zeigt diese Mehrfachzählungen schematisch. Obwohl das Material nur einmal entnommen wurde, wird es mehrfach (zweimal in Land 1 und einmal in Land 2) gezählt.<sup>113</sup>

<sup>113</sup> Zu einem ähnlichen Effekt kommt es auch, wenn in zwei Ländern der gleiche Rohstoff entnommen und in das jeweilig andere Land verbracht wird.



Abbildung 1: Doppelzählungen beim RMI



© Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen

Der Indikator RMI bildet also neben dem Materialbedarf der nationalen Wirtschaft auch ihren Verflechtungsgrad mit dem Ausland ab: Je öfter Material zwischen Ländern hin- und hertransportiert wird, desto größer wird der RMI.

Diesen kumulativen Aspekt teilt sich der RMI mit den anderen auf den Materialeinsatz abstellenden Indikatoren (DMI, TMR, TMI). Im Gegensatz zum DMI bereinigt der RMI durch die Umrechnung auf Rohstoffäquivalente allerdings um Effekte, die durch reine Produktionsverschiebungen zwischen In- und Ausland entstehen und somit zu zusätzlichen Im- und Exporten führen.

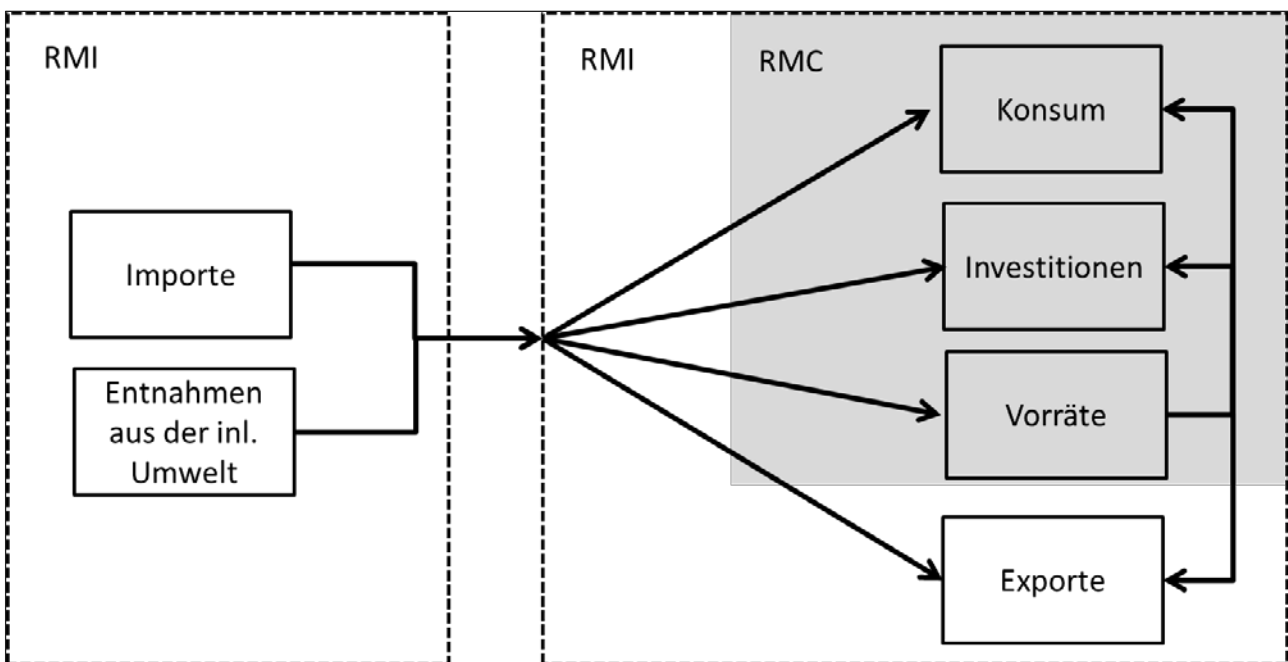
### 3.2.2 Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC)

Der Indikator „Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten“ (Raw Material Consumption, RMC) zielt im Gegensatz zum RMI nicht auf das in die inländische Wirtschaft einfließende Material, sondern auf die für Konsum und Investition im Inland – direkt oder indirekt – benötigten Rohstoffe. Rechnerisch gesehen wird der RMC dargestellt als RMI vermindert um die Exporte in Rohstoffäquivalenten. Da Importe und Exporte der Rohstoffäquivalente somit saldiert werden, kommt es im Gegensatz zu den Rohstoffinputindikatoren nicht zu Doppelzählungen. Insoweit ist dieser Indikator auch über mehrere Länder additiv.

Hierbei muss allerdings bedacht werden, dass ein um Exporte vermindertes RMI neben inländischem Konsum und Investition auch die inländischen Vorratsveränderungen beinhaltet. Diese können sowohl positiv (Vorräte werden aufgebaut) als auch negativ (Vorräte werden abgebaut) sein. Diese Vorratsveränderungen sind nichts anderes als Überträge aus bzw. in andere Perioden (Vor- bzw. Folgejahre). Damit entsteht ein Problem der periodengerechten Zuordnung der Rohstoffverwendung. Wenn beispielsweise Vorräte abgebaut werden, werden Konsum, Investition und eventuell Exporte aus Rohstoffen, die bereits in einer Vorperiode in die inländische Wirtschaft geflossen sind, bedient. Obwohl das System über die Zeit rechnerisch konsistent ist, kann es dazu führen, dass der RMC den Bedarf für inländischen Konsum und Investitionen in einzelnen Jahren nicht adäquat widerspiegelt.<sup>114</sup> Daher erscheint es sinnvoll, nicht nur den RMC als Summe, sondern auch Teilkomponenten – einzelne Kategorien der letzten Verwendung – separat zu betrachten (siehe Abbildung 2).

<sup>114</sup> Das gleiche Problem besteht auch beim RMI. Allerdings kommen die Vorratsveränderungen hier nicht so zum Tragen. Bei den Inputindikatoren ist – auch aufgrund von Mehrfachzählungen – regelmäßig der Export die massenmäßig bestimmende Teilgröße. Diese ist gerade nicht Bestandteil des RMC. Dem gegenüber sind die Vorratsveränderungen relativ gering und bestimmen somit nur in sehr eingeschränktem Maße die Entwicklung des Indikators RMI.

Abbildung 2: RMI, RMC und deren Komponenten



© Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen

### 3.2.3 Aufkommens- und verwendungsseitige Betrachtungsweise der Rohstoffäquivalente

Vom Grundgedanken des um die Rucksäcke erweiterten DMI her kommend ist der RMI erst einmal aufkommensseitig definiert:

$$\begin{aligned}
 & \text{DEU} \\
 + & \text{IMP}_{\text{RME}} \\
 = & \text{RMI} \\
 - & \text{EXP}_{\text{RME}} \\
 = & \text{RMC}
 \end{aligned}$$

Ein zentrales Anliegen dieses Projektes ist es, den Rohstoffbedarf für die Kategorien der inländischen Verwendung zu ermitteln. Der RMC kann, wie in Abschnitt 1.4 dargestellt, in unterschiedliche inländische Verwendungen wie für Haushalts- und Staatskonsum ( $C_{\text{RME}}$  bzw.  $G_{\text{RME}}$ ) und Investitionen ( $I_{\text{RME}}$ ) zerlegt werden. Hier zeigen sich somit deutliche Parallelen zur monetären Entstehungs- und Verwendungsrechnung. Der RMI kann dementsprechend auch verwendungsseitig interpretiert werden:

$$\begin{aligned}
 & C_{\text{RME}} \\
 + & G_{\text{RME}} \\
 + & I_{\text{RME}} \\
 = & \text{RMC} \\
 + & \text{EXP}_{\text{RME}} \\
 = & \text{RMI}
 \end{aligned}$$

Das BIP – als volkswirtschaftliche Größe – kann ebenfalls verwendungsseitig als Summe von Haushalts- und Staatskonsum ( $C + G$ ), Investitionen ( $I$ ) und Exporten ( $X$ ) abzüglich der Importe ( $M$ ) dargestellt werden:

$$\text{BIP} = (C + G + I) + X - M$$

Mit den bekannten Größen der Rohstoffrechnungen lässt sich Folgendes herleiten:

$$DEU = RMI - IMP_{RME} = RMC + EXP_{RME} - IMP_{RME} = (C_{RME} + G_{RME} + I_{RME}) + EXP_{RME} - IMP_{RME}$$

Somit bestehen offensichtliche Parallelen in der verwendungsseitigen Betrachtung des BIP und den RME, die untenstehend zusammengefasst sind:

Übersicht 2: Parallelen zwischen Variablen der VGR und RME

Variable	Operation	VGR	RME
Haushaltskonsum		C	C <sub>RME</sub>
Staatskonsum	+	G	G <sub>RME</sub>
Investitionen	+	I	I <sub>RME</sub>
Exporte	+	X	EXP <sub>RME</sub>
Importe	-	M	IMP <sub>RME</sub>
Bruttoinlandsprodukt/genutzte Inländische Entnahme	=	BIP	DEU

Verwendungsseitig betrachtet ist also die rechnerische Parallelgröße zum BIP in den Rohstoffäquivalenten die inländische genutzte Entnahme. Wird dieser Gedanke weiterverfolgt, entspricht dem RMI somit das BIP zuzüglich der Importe und dem RMC entspricht die Summe aus inländischem Konsum und Investitionen.

Dabei ist die DEU – als genutzte inländische Entnahme – eher eine Aufkommens- denn eine Verwendungsgröße. Hier zeigt sich eine weitere Parallele zur monetären VGR: Das BIP ist neben der verwendungsseitigen Definition auch entstehungsseitig definiert. Hier ist es im Wesentlichen die Summe der Wertschöpfungen, entsprechend den Faktoreinkommen, entsprechend den Faktorkosten definiert. In der materiellen Betrachtung nach Rohstoffäquivalenten ist die DEU der einzige inländische Produktionsfaktor. Es repräsentiert somit die Faktorkosten für die Entnahme von Rohstoffen aus der inländischen Umwelt. Somit ist die DEU, wie das BIP auch, sowohl die Summe des gesamten inländischen Outputs als auch die Summe aller inländischen Faktorkosten. Im Gegensatz zur monetären VGR, wo mehrerer Produktionsfaktoren (Arbeit, Kapital) monetarisiert betrachtet werden, wird im Bereich der Materialflussrechnungen lediglich die physische Rohstoffentnahme betrachtet.

Um die aufkommens- und verwendungsseitige Betrachtung der Rohstoffäquivalente zu verdeutlichen, sind im zu dieser Veröffentlichung separat erschienenen Tabellenband die Tabellen A1 „Aufkommen und Verwendung nach Rohstoffen“ dargestellt (siehe auch Abbildung 3).

Abbildung 3: Tabellenkopf der Tabelle A1

Rohstoffe	Erstmaliges Aufkommen (RMI) bzw. letzte Verwendung und zwar							
	Insgesamt	Aufkommen		letzte Verwendung				
		inl. Entnahme	Import <sub>RME</sub>	Inländisch (RMC)				
				zusammen	Konsum <sup>13</sup>	Ausrüstungen und sonstige Anlagen	Bauten	Vorratsveränderungen und Nettozugang an Wertsachen <sup>12</sup>

Möglich wäre zudem eine Betrachtung, die die Rohstoffäquivalente ähnlich dem Produktionswert in jedem Produktionsbereich der jeweiligen Wertschöpfungskette abbilden würde – unabhängig davon, ob der jeweilige Produktionsbereich diese entnommen bzw. importiert oder als inländische Vorleis-

tung von einem anderen Produktionsbereich bezogen hat. Die Durchführung einer derartigen Analyse ist jedoch nicht Bestandteil dieses Projektes.<sup>115</sup>

### 3.2.4 Produktionsbereiche vs. Gütergruppen

Je nachdem, ob die Rohstoffäquivalente aufkommens- oder verwendungsseitig betrachtet werden, können sie in Produktionsbereiche oder Gütergruppen disaggregiert werden. Die Untergliederung in Produktionsbereiche gibt in diesem Fall an, welche Produktionsbereiche die Rohstoffäquivalente ursprünglich aus der Umwelt entnommen bzw. ins Inland importiert oder re-importiert haben. Insbesondere für die inländische Entnahme bietet diese Information allerdings nur einen sehr geringen Erkenntnisgewinn. So werden landwirtschaftliche Rohstoffe regelmäßig durch den Produktionsbereich Landwirtschaft, fossile Energieträger durch den Bergbau (Produktionsbereiche Kohle, Erdöl, Erdgas) entnommen.

Verwendungsseitig erfolgt die Unterteilung in Gütergruppen. Dadurch wird ausgesagt, für welche Güter der letzten Verwendung die Rohstoffe ursprünglich entnommen wurden. Besonders für den RMC (und diesen unterteilt in Konsum und Investitionen) bietet diese Betrachtung Hinweise darauf, welche Güter(gruppen) maßgeblich für die Ressourcennutzung verantwortlich sind. Da die letzte Verwendung sowohl das Inland (Konsum, Anlageinvestitionen, Vorratsveränderungen) als auch den Export umfasst, ist es theoretisch möglich, als Summe aus beiden auch den RMI entsprechend darzustellen. Durch die Summierung verliert eine solche Darstellung nach Gütergruppen aber ihre Aussagekraft, weshalb im zugehörigen Tabellenband auf eine entsprechende Tabelle verzichtet wird.

Neben weiteren eher theoretischen Möglichkeiten der Unterteilung sind also hauptsächlich die verwendungsseitige Aufteilung des Konsums und der Investitionen und der Exporte relevante Größen zur Beurteilung der Rohstoffnutzung. Insbesondere bei den Exporten, wo die Rohstoffäquivalente stark von der Struktur der Exportindustrie beeinflusst werden, ist die nach Gütergruppen unterteilte Betrachtung wesentlich aussagekräftiger als die aggregierte.

Die aufkommensseitige Betrachtung ist hingegen weniger interessant. Eine Unterteilung des Rohstoffaufkommens nach Produktionsbereichen ist allenfalls für den Bereich der Importe relevant, da die Zuordnung für die inländische Entnahme kaum Erkenntnisse birgt.

Daher sind im gesondert veröffentlichten Tabellenband zu diesem Bericht keine nach Produktionsbereichen unterteilten Ergebnisse dargestellt. Die Darstellung nach Gütergruppen erfolgt getrennt nach der letzten inländischen Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) – Tabellen A2 – sowie den Exporten in Rohstoffäquivalenten – Tabellen A3.

## 3.3 Indikatorenzusammenhang auf globaler Ebene

Wie bereits im vorherigen Abschnitt (3.2.1) aufgezeigt, sind die aufkommensseitigen Indikatoren DMI und RMI im Gegensatz zur Entnahme und den verwendungsseitigen Indikatoren DMC und RMC nicht territorial additiv; d. h. die Summe von DMI bzw. RMI über alle Länder entspricht nicht dem jeweiligen globalen Indikator. Werden die Indikatoren allerdings global betrachtet, also die gesamte Welt als eine einzige Volkswirtschaft angesehen, so ergibt sich zwischen den hier diskutierten Indikatoren ein einfacher Zusammenhang: Da es im globalen Kontext keine Importe gibt, entspricht die „inländische“ Entnahme dem DMI und – da es ohne Importe auch keine indirekten Importe gibt – auch dem RMI. Bedingt durch die fehlenden Exporte entspricht der DMI dem RMI und der DMC dem RMC. Somit ergibt sich für eine globale Betrachtung (aber nur dort!):  $DEU = DMI = DMC = RMI = RMC$ .

Somit lässt sich auch erklären, warum insbesondere für große Betrachtungsräume wie beispielsweise die EU insgesamt die Entwicklung der unterschiedlichen Indikatoren im Zeitablauf relativ ähnlich ist,

<sup>115</sup> Hierfür sind weitreichende Anpassungen der Rechnungen mit u. a. mehr als 70 zusätzlichen Matrizen pro Rohstoff erforderlich. Diese Arbeit war mit den gegebenen Ressourcen im Rahmen dieses Projektes nicht durchführbar.

während es insbesondere für kleinere Volkswirtschaften teilweise zu erheblichen Unterschieden kommt.

### 3.4 Einbeziehung der ungenutzten Entnahme

#### 3.4.1 Einleitung

Für die Indikatoren, die die so genannte ungenutzte Entnahme mit einbeziehen – und hierbei insbesondere den TMC – wird oft der Anspruch erhoben, das umfassendste Bild der anthropogenen Beeinflussung der Umwelt durch die Entnahme von Rohstoffen zu zeichnen. Unter anderen fordern z. B. die Umweltschutzverbände die Einbeziehung dieser als wesentlichen Komponente in die Berechnung von Ressourcennutzungsindikatoren. Sie erkennen zwar aktuell ein Datenverfügbarkeitsproblem, vertreten allerdings die Meinung, dass sich dieses innerhalb weniger Jahre lösen lasse.<sup>116</sup>

In diesem Zusammenhang wird auch angefügt, dass die Einbeziehung der ungenutzten Entnahme für die Abschätzung des Flächenverbrauches von Relevanz ist. Hier ist allerdings zu hinterfragen, ob zur Darstellung des durch Ressourcennutzung indizierten Flächenverbrauches der TMC der geeignete Indikator ist.

Bevor die geforderte Einbeziehung der so genannten ungenutzten Entnahme in nationale Ressourcennutzungsindikatoren untersucht werden kann, ist näher zu diskutieren, was unter dem Begriff der ungenutzten Entnahme eigentlich zu subsumieren ist und welches aus der Umwelt entnommene Material die bisher berechneten Indikatoren, allen voran der RMC, bereits beinhalten.

#### 3.4.2 Definition und Abgrenzung zur genutzten Entnahme

Das System of Environmental-Economic Accounting (SEEA) definiert als ungenutzte Entnahme die Entnahme von natürlichen Ressourcen, die direkt nach der Entnahme wieder an die Umwelt abgegeben werden<sup>117</sup> und an denen derjenige, der sie entnommen hat, kein weiteres Interesse zeigt.<sup>118</sup> Sie muss dabei nicht zwangsläufig mit der gleichzeitigen oder geplanten genutzten Entnahme von Ressourcen verbunden sein.<sup>119</sup> Als Entnahme definiert das SEEA alle Stoffströme, die die Systemgrenze zwischen Umwelt und Wirtschaft in Richtung der Wirtschaft überschreiten.<sup>120</sup> Als natürlichen Ressourcen ist in diesem Zusammenhang dasjenige Naturkapital zu verstehen, welches für wirtschaftliche Produktion oder Konsum verwendbar ist.<sup>121</sup> Damit stellt die ungenutzte Entnahme allerdings nur einen Teil der so genannten "natural resource residuals" dar. Hierzu zählen des Weiteren Förderungsverluste<sup>122</sup> und Ressourcen, die zum Zwecke der Zwischenspeicherung wieder in die Umwelt eingebracht werden<sup>123</sup>. Da sich diese Vorgänge oft nicht von der ungenutzten Entnahme (im engeren

<sup>116</sup> Siehe hierzu (Deutscher Naturschutzring, 2012)

<sup>117</sup> (United Nations, European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, World Bank, 2012), 3.49, 1. Satz

<sup>118</sup> (United Nations, European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, World Bank, 2012), 3.50, II

<sup>119</sup> Beispielsweise stellt auch das Ausheben von Erde im Rahmen von Baumaßnahmen eine ungenutzte Entnahme dar, wenn das entnommene Material nicht anderweitig wirtschaftlich genutzt wird.

<sup>120</sup> (United Nations, European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, World Bank, 2012), 3.49, 1. Satz

<sup>121</sup> Glossary of Environment Statistics, Studies in Methods, Series F, No. 67, United Nations, New York, 1997

<sup>122</sup> (United Nations, European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, World Bank, 2012), 3.50, I

<sup>123</sup> (United Nations, European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, World Bank, 2012), 3.50, III

Sinne) definitorisch und erfassungstechnisch trennen lassen<sup>124</sup>, werden häufig auch diese unter dem Begriff der ungenutzten Entnahme einbezogen<sup>125</sup>.

Wesentliches Merkmal der ungenutzten Entnahme ist folglich, dass das Material aus technischen Gründen, also z. B. um an die zu nutzenden Rohstoffe zu gelangen, entnommen wird, ohne es zu verwenden und dass es anschließend wieder in die Umwelt eingebracht wird. Es geht in keinen weiteren Verarbeitungs- oder Produktionsprozess ein. Da es sich somit wieder in der Umwelt befindet, steht es ggf. auch für eine erneute Entnahme zur Verfügung. Demgegenüber zählt entnommenes Material, das in einen Verarbeitungs- oder Produktionsprozesses eingeht – auch wenn es zu einem späteren Zeitpunkt als Reststoff anfällt – zur genutzten Entnahme und ist daher in der Berechnung von DMI bzw. DMC und RMI bzw. RMC mit einbezogen.

### 3.4.3 Erfassung, Ressourcenarten und Mengen

Bereits die konkrete Erfassung der ungenutzten Entnahme gestaltet sich oft schwierig. Sie zeichnet sich ja gerade dadurch aus, dass sie für das Wirtschaftssubjekt, das sie entnimmt, von keinerlei Interesse ist. Dementsprechend wird auch regelmäßig auf die Erfassung ihrer Menge verzichtet, wenn diese nicht auch aus anderen wirtschaftlichen Gründen relevant ist (beispielsweise wenn hierfür dezidiert Transportkapazitäten bereitgestellt werden müssen). Somit basiert ein Teil der ungenutzten Entnahme auf Schätzwerten.

National sind entsprechende Mengen, wenn sie in Verbindung mit der Förderung von genutzten mineralischen Rohstoffen anfallen, seitens der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) verfügbar. Die Qualität dieser Daten wird von den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen als relativ gut eingeschätzt.

Auf internationaler Ebene werden derzeit von mehreren Instituten<sup>126</sup> Anstrengungen unternommen, die vorhandenen Datenverfügbarkeitslücken, insbesondere die Erzbergwerke betreffend, sukzessive zu schließen. Dabei sind die anfallenden Mengen oft vom Förderort abhängig. Es wird allerdings kaum möglich sein, einer bestimmten in Deutschland genutzten Entnahme eine exakte ungenutzte Entnahme zuzuordnen. Hier ließe sich argumentieren, dass eine genaue Zuordnung auch nicht erforderlich ist und globale Durchschnittswerte ausreichende Aussagekraft hätten. Allerdings ist auch für globale Durchschnittswerte nicht davon auszugehen, dass innerhalb der nächsten Jahre vollständige Informationen für alle Arten der ungenutzten Entnahme in zuverlässiger Qualität zur Verfügung stehen und regelmäßig aktualisiert werden.

Bei den Ressourcenarten, die als ungenutzte Entnahmen anfallen, lassen sich zwei große Hauptgruppen identifizieren. Einerseits handelt es sich um biotische Ressourcen: Beispielsweise ins Meer zurückgegebener Beifang oder bei der Ernte auf Feld, Flur oder im Wald verbleibende, abgetrennte Pflanzenteile (Blätter, Halme, Sägespäne, Rinde etc.). Die vom Gewicht her bedeutendere Gruppe stellen mineralische Ressourcen dar, die als Abraum, Bergematerial oder Bodenaushub anfallen. Relativ gesicherte Massenangaben stehen derzeit nur für einen Teil dieser abiotischen inländischen Entnahme in Deutschland zur Verfügung.

Für das Jahr 2010 ergibt sich im Bereich der biotischen Rohstoffe ein Verhältnis von ca. 60 % genutzter gegenüber ca. 40 % ungenutzter Entnahme. Diese umfassen jedoch weniger als 10 % der gesamten inländischen ungenutzten Entnahme. Mehr als 90 % entfallen auf den abiotischen Bereich. Abraum, Bergematerial und Bodenaushub übertreffen dabei die genutzte abiotische Entnahme um rund das 2,5-fache. Bei unseren Importen liegt das Verhältnis von biotischen zu abiotischen Rohstoffen

<sup>124</sup> Beispielsweise im Abraum verbleibendes Erz

<sup>125</sup> So fasst beispielweise der Eurostat Economy-wide Material Flow Accounts Compilation Guide 2012 alle drei im SEEA unterschiedenen Arten der "natural resource residuals" als "unused extraction" zusammen.

<sup>126</sup> U. a. WI, SERI, IFEU



bei ca. 1 zu 5,5. Auf Basis der vorliegenden Informationen ist es allerdings nicht möglich, mit hinreichender Genauigkeit einzuschätzen, welche Mengen an ungenutzter Entnahme den Importgütern zuzurechnen sind.

#### 3.4.4 Interpretation

Nicht nur die Datenbereitstellung, sondern auch die Interpretation eines aus genutzter und ungenutzter Entnahme zusammengesetzten Indikators gestaltet sich schwierig. Die OECD stellt in ihren Vorschlägen für ein Indikatorenset zur Ressourcenproduktivität im Hinblick auf die Einbeziehung der ungenutzten Entnahme fest: *‘Such an expanded indicator would be important to raise awareness about the overall material “footprint” of an economy in a communication logic, but cannot easily be linked to particular policy areas, and may thus be of limited use for policy making. Its inclusion in the OECD set requires further review.’*<sup>127</sup>

Selbst wenn dieser Indikator also in hinreichender Qualität erstellt werden könnte, bestehen für ihn jedenfalls auf oberster Aggregationsebene außer der Schaffung von Aufmerksamkeit keine Verwendungsmöglichkeiten. Falls dennoch entschieden würde, einen Indikator, der die ungenutzte Entnahme beinhaltet, zu verwenden, wäre es sinnvoll, diesen nach verschiedenen Dimensionen herunterzubrechen. Dies ist in mehrerlei Hinsicht methodisch problematisch.

#### 3.4.5 Methodische und technische Probleme

An ein richtungssicheres Aufteilen eines TMR nach Rohstoffgruppen, verwendenden Produktionsbereichen und Kategorien der letzten Verwendung<sup>128</sup> sind gewisse Voraussetzungen gebunden. Hierfür muss die ungenutzte Entnahme direkt der genutzten Entnahme einer Ressource, deren Verwendung nachverfolgbar ist, zurechenbar sein. Allerdings scheitert diese Voraussetzung vielfach. Insbesondere bei dem von der Masse her bedeutsamen Abraum fallen die Zeiträume von genutzter und ungenutzter Entnahme oft weit auseinander<sup>129</sup>. Somit kann zum Zeitpunkt der ungenutzten Entnahme nicht entschieden werden, welcher Verwendung sie und ggf. in welchem Umfang zuzurechnen wäre. Eine Zuteilung der ungenutzten Entnahme zu einer bestimmten Verwendung in der Periode, in der sie anfällt, wäre folglich rein spekulativ und kann zuverlässig erst nach Ausbeutung der jeweiligen Lagerstätte erfolgen. Bei Kuppelproduktionen von Ressourcen besteht diese Situation sogar auf der Ebene des nicht weiter untergliederten TMR, solange nicht alle genutzten Ressourcen einer inländischen Verwendung zugeführt werden. Ein ähnliches Problem ergibt sich in Fällen, bei denen die ungenutzte Entnahme nicht im Zusammenhang mit genutzten Entnahmen steht (z. B. Bodenaushub für Bautätigkeit).

Zudem ist im Zusammenhang mit der ungenutzten Entnahme eine doppelte Aufteilung nach Ressourcen erforderlich, da in der Regel die genutzt entnommene Ressource (z. B. ein Erz) zu einer anderen Rohstoffgruppe gehört als die ungenutzte Entnahme (im Regelfall Sand oder Gestein). Auch die OECD betont in Ihrem Vorschlag für ein neues Set an Ressourcenproduktivitätsindikatoren<sup>130</sup> dieses interne Kohärenzprobleme des Indikators TMC, sobald dieser nach einzelnen Materialien heruntergebrochen wird.

Zu diesen Verteilungsproblemen der Gesamtmenge der Entnahme kommt das Problem der Mehrfachzählung hinzu. Da eine ungenutzt entnommene Ressource umgehend wieder an die Umwelt abgegeben wird, kann sie auch mehrfach entnommen werden. Selbst eine spätere genutzte Entnahme ist

<sup>127</sup> (OECD, 2012)

<sup>128</sup> Wird der TMR nach der inländischen/ausländischen letzten Verwendung unterteilt, so ist der inländische Teil der TMC.

<sup>129</sup> Im Tagebau kann beispielsweise über mehrere Jahre nur Abraum abgetragen werden, bevor zu einem späteren Zeitpunkt auf zuvor unbestimmbare Zeit die genutzte Ressource gefördert wird.

<sup>130</sup> (OECD, 2012)

denkbar. Somit neigt ein Indikator, der die ungenutzte Entnahme beinhaltet, tendenziell zur Überschätzung<sup>131</sup> der Ressourcennutzung.

### 3.4.6 Ergebnis und Zusammenfassung

Die Datenverfügbarkeit bezüglich der entnommenen Massen und die Qualität dieser Daten ist bei der Einbeziehung der ungenutzten Entnahmen in einen Rohstoffnutzungsindikator als problematisch anzusehen. Aber selbst wenn dieser qualitative Anspruch nicht gestellt oder eine entsprechende Datengrundlage erlangt würde<sup>132</sup>, ist darüber hinaus die Einbeziehung der ungenutzten Entnahme in einen auf die Verwendung von Ressourcen abstellenden Indikator definitiv, interpretatorisch, methodisch wie auch bezüglich der technischen Durchführbarkeit als kritisch anzusehen:

- ▶ Die Einbeziehung der ungenutzten Entnahme mit ihren großen Mengen würde die Entwicklung des Indikators stark dominieren. Mit TMR bzw. TMC erhielte man in erster Linie „Abraumindikatoren“.
- ▶ Eine zuverlässige Aufteilung nach Rohstoffgruppen, verwendenden Produktionsbereichen oder Kategorien der letzten Verwendung und somit auch eine Abschätzung von inländischer Verwendung (TMC) ist, wenn überhaupt, nur retrospektiv mit erheblichem Zeitverzug möglich.
- ▶ Es bestehen erhebliche Kohärenzprobleme durch eine Vermischung verschiedener Ressourcen (genutzte und ungenutzte), was zur Verschleierung der Aussage des Indikators führt.
- ▶ Mehrfachzählungen des gleichen Materials beeinträchtigen die Erwartungstreue des Indikators TMC als Schätzer für die Rohstoffnutzung.

Somit ist der Indikator TMC tendenziell eher ungeeignet, um Informationen für politische Handlungsoptionen in Bezug auf die Verwendung von Ressourcen bereitzustellen.

## 3.5 Einbeziehung von biotischen Rohstoffen

### 3.5.1 Einbeziehung von biotischen Rohstoffen in Rohstoffäquivalenten

Derzeit werden biotische Rohstoffe<sup>133</sup> in unterschiedlichen massebasierten Ressourcennutzungsindikatoren unterschiedlich mit einbezogen. Die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie definiert die so genannte Rohstoffproduktivität abiotisch, das heißt ohne Einbeziehung der biotischen Rohstoffe<sup>134</sup>. Anders ist die Definition beim nationalen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes). Dieses setzt den Fokus zunächst auf abiotische, nichtenergetisch genutzte Rohstoffe, ergänzt aber um die stofflich genutzten biotischen Rohstoffe.<sup>135</sup> Die OECD schlägt im Bereich der Green Growth Indikatoren mit der „Demand based material productivity“ einen Materialindikator vor, der zwar die biotischen Rohstoffe mitumfasst, die fossilen Energieträger aber ausklammert.<sup>136</sup> Auf Europäischer Ebene wiederum – beispielsweise in den Empfehlungen der „European Resource Efficiency Platform“ (EREP) – werden alle biotischen Rohstoffe wie auch fossile Energieträger ohne Ausnahme mit in die Betrachtung einbezogen.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen biotischen Rohstoffen auf der einen und fossilen sowie mineralischen Rohstoffen auf der anderen Seite ist deren Erneuerbarkeit in überschaubaren Zeiträumen.

---

<sup>131</sup> Eine Ressource, die einmal genutzt entnommen wurde, wird einmalig gezählt. Eine Ressource, die im gleichen Zeitraum mehrfach ungenutzt entnommen wird, wird dagegen mehrfach einbezogen.

<sup>132</sup> Es würde auch weit mehr als die vom Deutschen Naturschutzring zugestanden zwei Jahre (Fußnote 116) dauern, um eine entsprechende vollständige Datenlage zu gewährleisten.

<sup>133</sup> Fossile Energieträger werden hier nicht als biotische Rohstoffe verstanden.

<sup>134</sup> Sowie ohne die Halb- und Fertigwaren, die überwiegend aus Biomasse hergestellt werden.

<sup>135</sup> (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2012), Seite 11

<sup>136</sup> (OECD, 2012)

Fossile und mineralische Rohstoffe können in begrenztem Umfang einmalig<sup>137</sup> aus der Natur entnommen werden.

Anders ist die Lage bei den biotischen Rohstoffen: Diese können unter Berücksichtigung von bestimmten Restriktionen wie Fläche und Nährstoffe nicht nur direkt aus der Umwelt entnommen werden, sondern werden auch durch die Wirtschaft unter Einsatz von Fläche, Dünge- und Pflanzenschutzmittel usw. produziert. Insofern sind diese Rohstoffe nicht frei von intermediärem Input. Sie haben demzufolge einen Charakter, der in gewisser Weise auch einer Halb- bzw. Fertigware entspricht.

Diesem Tatbestand trägt auch das SEEA-CF bei der Diskussion der Systemgrenze zwischen Wirtschaft und Umwelt Rechnung. Konzeptionell ist die Pflanzenproduktion im SEEA wie in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen Teil der Wirtschaft. Saatgut, Dünger, Pflanzenschutzmittel sind intermediärer Input. Aus der Umwelt gehen Wasser, weitere Nährstoffe, CO<sub>2</sub> in die Pflanze ein. Da dieser Input im Rahmen des biologischen Metabolismus nur schwer zu erfassen ist, wird in den gesamtwirtschaftlichen Materialflussrechnungen (Materialkonto) aus Praktikabilitätsgründen die Systemgrenze zwischen Umwelt und Wirtschaft in Richtung Wirtschaft verschoben: Hier wird auch bei kultivierten Pflanzen regelmäßig davon ausgegangen, dass diese Teil der Umwelt sind<sup>138</sup>. Ernte, Holzeinschlag etc. sind demzufolge Entnahmen aus der Umwelt; Ausbringung von Saatgut, Düngemitteln usw. sind entsprechend Abgaben an die Umwelt. Somit bestehen einerseits methodischen Inkonsistenzen innerhalb der gesamtwirtschaftlichen Materialflussrechnungen sowie andererseits auch zwischen den gesamtwirtschaftlichen Materialflussrechnungen und den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen.

Wieder anders ist die Abgrenzung im Rahmen der physischen Aufkommens- und Verwendungsrechnungen. Hier differenziert das SEEA-CF wiederum zwischen kultivierten Pflanzen (und Tieren) und „wilden“ biotischen Rohstoffen und folgt somit wieder dem Produktionsbegriff der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. Diese Unterscheidung ist allerdings in der Rohstoffäquivalente-Berechnung für einige biotischen Rohstoffe<sup>139</sup> oftmals weder inhaltlich, noch datenmäßig möglich. Darüber hinaus wird ein wichtiger Faktor für die Produktion biotischer Rohstoffe, nämlich die Fläche, in den Rohstoffrechnungen nicht berücksichtigt. Insoweit ist es fraglich, ob sinnvollerweise biotische Rohstoffe insgesamt in einen Ressourceneffizienzindikator, der auf Rohstoffäquivalenten – also auf einer Massenangabe – aufbaut, enthalten sein sollten.<sup>140</sup> Flächenbasierte Indikatoren sind hier eventuell sinnvoller.

Abhilfe kann hier geschaffen werden, indem die „biotischen Rohstoffe“ nicht als Rohstoffe begriffen werden, sondern als Ergebnis eines Produktionsprozesses, also als Halb- bzw. Fertigware. Im Rahmen der Schätzung der Rohstoffäquivalente würden sie dann massenmäßig mit den für ihre Produktion benötigten abiotischen Rohstoffen<sup>141</sup> erfasst werden<sup>142</sup>. Entsprechend ist eine Selektion auf Ebene der Materialflüsse (Importe/Exporte) wie beim gesamtwirtschaftlichen Materialkonto, das unter anderem Güter als „vorwiegend von Biomasse“ klassifiziert, hierbei nicht erforderlich. Grundsätzlich

---

<sup>137</sup> Wenn von Wiedereinbringungen abgesehen wird.

<sup>138</sup> Vgl. (United Nations, European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, World Bank, 2012), 3.283ff

<sup>139</sup> Beispielsweise bei Holz oder Fisch

<sup>140</sup> Näheres auch unter 2.4.5.1

<sup>141</sup> Inkl. fossiler Energieträger

<sup>142</sup> Lesehilfe: Der Import einer Nudel (Fertigware vorwiegend von Biomasse) würde erfasst werden als die fossilen Energieträger und mineralischen Rohstoffe, die für die Produktion des Hartweizens (beispielsweise zur Herstellung des verwendeten Mineraldüngers) und seiner Weiterverarbeitung zur Nudel aufgewendet wurden. Nicht mehr mit einbezogen würde das Gewicht des Hartweizens selbst, da es bereits das Ergebnis eines Produktionsprozesses ist.

gehen weiterhin alle im- und exportierten Güter und Dienstleistungen in die Schätzung der Rohstoffäquivalente ein.

Da aus der Schätzung der Rohstoffäquivalente die Ergebnisse ohnehin disaggregiert nach Rohstoffgruppen hervorgehen, sind im separat erschienenen Tabellenband die aggregierten Ergebnisse sowohl ohne als auch mit biotischen Rohstoffen dargestellt. Bei der Darstellung mit biotischen Rohstoffen ist allerdings zu beachten, dass bei den nicht-biotischen Rohstoffen Vorleistungen für die Produktion der biotischen Rohstoffen enthalten sind. Es kommt somit über die Rohstoffgruppen hinweg zu Mehrfachzählungen von Material (beispielsweise als Pottasche und als Hartweizen).

Eine Unterscheidung analog dem Materialkonto, welches aus methodischen Gründen nicht ausschließlich bei den Rohstoffen nach biotisch/abiotisch differenziert, sondern auch bei den Halb- und Fertigwaren („von...“ bzw. „vorwiegend von...“), erfolgt bei den Rohstoffäquivalenten aus methodischen Gründen nicht.

### 3.5.2 Flächenindikator

Ein Großteil der biotischen Rohstoffe sind im engeren Sinne keine Rohstoffentnahmen, da diese biotischen Rohstoffe, wie in Abschnitt 3.5.1 beschrieben, oftmals als Resultat aus einem (land- oder forstwirtschaftlichen) Produktionsprozess hervorgehen. Lediglich biotische Rohstoffe, die unkultiviert aus der Umwelt entnommen werden<sup>143</sup>, zählen gemäß dem SEEA-CF zu den biotischen Rohstoffen. Ihre Masse ist aber im Vergleich zu den Erntemengen aus land- und forstwirtschaftlichen Produktionsprozessen gering. Eine Beschränkung auf die unkultivierten biotischen Rohstoffe ist allerdings keine adäquate Lösung für die Erfassung biotischer (Roh)Stoffe. Zudem ist es bei vielen Importen im Nachhinein auch nur mit erheblichem Aufwand möglich zu ermitteln, ob ein bestimmter in der Produktionskette eingesetzter Stoff aus kultivierten bzw. unkultivierten Quellen stammte.

Vor diesem Hintergrund und unter Berücksichtigung der Ausführungen unter 3.5.1 kann ein Flächenindikator als geeigneter Indikator für die von der Erzeugung von biotischen Rohstoffen ausgehenden Belastungen angesehen werden. Flächenindikatoren bieten gegenüber materialbasierten Indikatoren einige Vorteile in Bezug auf die Betrachtung der biotischen Rohstoffe. So zeigen sie unmittelbar eine der wesentlichsten Belastungen durch die land- und forstwirtschaftlichen Erzeugung auf. Sie können zudem die Konkurrenz der Nutzungen (z. B. Nutzung für Ernährungsgüter vs. Nutzung als (biotische) Energierohstoffe) besser beleuchten als materialbasierte Indikatoren. Beim Übergang zu einer verbrauchsorientierten Sicht können darüber hinaus wie bei materialbasierten Indikatoren auch die Belastungen untersucht werden, die in Zusammenhang mit den unterschiedlichen letzten Verwendungen von Gütern auftreten. Bezogen auf die Fläche kann also deren Bedarf für die Produktion von biotischen Gütern beispielsweise für den privaten Konsum oder die Bauinvestitionen ermittelt werden – und zwar bezogen auf Flächen sowohl im Inland als auch im Ausland.

Im Rahmen des vom Statistischen Bundesamtes im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen durchgeführten und vom UBA geförderten Projektes „Nachhaltiger Konsum: Entwicklung eines deutschen Indikatorensetzes als Beitrag zu einer thematischen Erweiterung der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie“ (UFOPLAN 2011 FKZ 3711 12 103) wurde ein Flächenindikator zur Abbildung der Flächenbelegung von Erzeugnissen pflanzlichen und tierischen Ursprungs für Ernährungszwecke entwickelt. Massenmäßig – in Rohstoffäquivalenten ausgedrückt – entfällt rund 80 % der Nutzung biotischer Rohstoffe auf Güter bzw. Dienstleistungen der Bereiche Landwirtschaft, Fischerei; Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse; Beherbergungs- und Gastronomie-dienstleistungen sowie persönliche Dienstleistungen<sup>144</sup>. Somit ist mit dem im o.g. Projekt entwickel-

---

<sup>143</sup> Z.B. Jagdstrecke, Wildfischfang aus Meer und Binnengewässern, Holzentnahme aus nicht bewirtschafteten Wäldern, Entnahme von Beeren und Pilzen aus der Natur

<sup>144</sup> Im Wesentlichen handelt es sich hierbei um Ernährungsgüter.

ten Flächenindikator der wesentliche Teil der biotischen Rohstoffe bereits erfasst. Weitere wesentliche Verwendungen sind die Bereiche Energieversorgung und Bau.

Das Konzept des Flächenindikators im genannten Projekt beruht auf einer erweiterten Input-Output-Analyse in Kombination mit einem „Footprint-Ansatz“. „Diese Methode ist durch eine sehr detaillierte Berechnung auf Produktebene und einen endproduktbezogenen Nachweis von Umweltbelastungen charakterisiert. Dabei werden die Umweltbelastungen durch bestimmte Ausgangsprodukte, z. B. Agrarrohstoffe, ermittelt und die weiteren Verarbeitungsprozesse in einer Prozesskettenanalyse berücksichtigt. Bei Ernährungsgütern eignet sich diese Methode besonders gut, da hier zum einen umfangreiche detaillierte Ausgangsdaten auf Produktebene vorliegen und zum anderen die Verarbeitungstiefe der Produkte vergleichsweise gering ist. Eine komplexe Verarbeitung von Produkten erschwert diese Art der Analyse, da hier für jedes einzelne Endprodukt die einzelnen vorgelagerten Verarbeitungsstufen betrachtet werden müssen. Bei der I/O-Analyse werden dagegen ganze Produktgruppen betrachtet.“<sup>145</sup>

Eine detaillierte Beschreibung der Methodik findet sich im Kapitel 4.5 des Abschlussberichtes des oben genannten Projektes<sup>146</sup>, so dass an dieser Stelle auf eine ausführliche Darstellung verzichtet wird.

### 3.6 Indikatoren auf Basis von NAS/PTB/RTB

#### 3.6.1 Net addition to stock (NAS)

Wie beim Indikator Domestic Material Consumption (DMC) saldiert auch der Indikator Net addition to stock (NAS) Importe und Exporte sowie die inländische genutzte Entnahmen (DEU), zusätzlich jedoch weitere Entnahmen aus der Umwelt (z. B. Sauerstoffentnahme für Verbrennungsprozesse) sowie Abgaben an die inländische Umwelt (z. B. Emissionen in Luft und Wasser, dissipative Verluste)<sup>147</sup>. Vom Gedanken her soll dieser Indikator die Akkumulation von Material der inländischen Wirtschaft aufzeigen. Für den Zusammenhang von NAS und Physischer Handelsbilanz (PTB) zueinander sowie zu weiteren Größen gilt:

$$\begin{array}{r}
 \text{IMP} \\
 - \quad \text{EXP} \\
 \hline
 = \quad \text{PTB} \\
 + \quad \text{DEU} \\
 \hline
 = \quad \text{DMC} \\
 \\
 - \quad \text{DPO} \\
 \hline
 +/- \quad \text{„Memorandum items for balancing“} \\
 \\
 \hline
 \text{NAS}
 \end{array}$$

Bei der NAS besteht eine ähnliche Problematik der Nichtvergleichbarkeit der einzelnen Summanden wie beim DMC: Die inländische Entnahme ist auf die definierten physischen Rohstoffe ohne Wasser und Luft begrenzt. Dementgegen beinhalten Im- und Exporte sowie die DPO auch Bestandteile aus Wasser und Luft. Bei der DPO ist sogar der Großteil Sauerstoff, der als Bestandteil von Verbrennungsgasen an die Umwelt abgegeben wird. Hierauf wird auch in international relevanten Guidelines

<sup>145</sup> (Mayer, Flachmann, Wachowiak, & Fehrentz, Nachhaltiger Konsum: Entwicklung eines deutschen Indikatorenansatzes als Beitrag zu einer thematischen Erweiterung der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, 2013, S. 5)

<sup>146</sup> (Mayer, Flachmann, Wachowiak, & Fehrentz, Nachhaltiger Konsum: Entwicklung eines deutschen Indikatorenansatzes als Beitrag zu einer thematischen Erweiterung der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, 2013, S. 180ff)

<sup>147</sup> Material, welches kontrolliert deponiert wird, zählt nicht zum DPO.



regelmäßig hingewiesen<sup>148</sup> und die Berücksichtigung entsprechender „Memorandum items for balancing“ gefordert.

Da bei der NAS ähnlich dem DMC in den zugrundeliegenden Variablen (Entnahme, Import, Export, Umweltabgabe) sehr unterschiedliche Stoffe in unterschiedlichen Zusammensetzungen und Verarbeitungsgraden mit einbezogen werden, ist eine sinnvolle (und tiefgehende) Disaggregation kaum möglich. Somit ist der Indikator NAS generell sehr hoch aggregiert und daher nur bedingt aussagefähig.

Wird auf Rohstoffäquivalente abgestellt, erübrigt sich die die Berücksichtigung entsprechender „Memorandum items for balancing“. Wasser und Luft sind bei der Betrachtung in Rohstoffäquivalente weder bei der Entnahme noch als Bestandteil beim Import und Export (verarbeiteter Güter) enthalten.

Der Schlüssel zur Definition eines „NAS in Rohstoffäquivalenten“ liegt dann auch bei einer entsprechenden Definition des DPO. Vom Grundsatz her ist das Konzept des DPO nicht vereinbar mit dem Konzept der Rohstoffäquivalente. Das Konzept der Rohstoffäquivalente zielt auf die Erfassung aller aus der Umwelt entnommenen Materialien (mit Ausnahme der sogenannten „Resource Residuals“ sowie Luft und Wasser). Dabei ist es grundsätzlich kumulativ: Rohstoffe, die im Prozess der Be- oder Verarbeitung eingesetzt werden und dabei physisch nicht in das Gut eingehen, werden beim Konzept der Rohstoffäquivalente miterfasst. Somit ergeben sich hier Überschneidungen mit dem Konzept des DPO.

Ein zum NAS in Rohstoffäquivalenten passender „DPO in Rohstoffäquivalenten“ müsste folglich nur dasjenige Material umfassen, was durch Konsum oder Abnutzung (Abschreibung) von Investitionen in die inländische Umwelt gelangt, dies allerdings ausgedrückt in Rohstoffäquivalenten. Eine derartige Größe ist derzeit datentechnisch nicht verfügbar. Eine Abschätzung mit Mitteln der Input-Output-Analyse wäre mit gewissen Unsicherheiten wohl realisierbar.

Allerdings existieren hier mehrere Problemfelder: Einerseits müssten inländische Emissionen nach Quelltyp (Produktion, Konsum, Abschreibung) aufgeteilt werden. Andererseits dürfte eine Zuordnung von Emissionen zu ursprünglichen Rohstoffen bedingt durch die periodenübergreifende Betrachtung bei Abnutzung von Investitionsgütern nur schwer möglich sein. Entsprechende Arbeiten waren nicht Teil dieses Projektes. Daher wurden Überlegungen zur Berechnung eines DPO in Rohstoffäquivalenten über das hier Dargestellte hinaus nicht verfolgt.

Rechnerisch würde ein NAS in Rohstoffäquivalenten die Nettobestandsveränderung der Masse an Material ausgedrückt in den für ihre Erstellung benötigten Rohstoffen ausweisen. Auch eine Disaggregation nach Rohstoffen könnte theoretisch erfolgen. Zu bedenken ist hierbei, dass eine so ausgedrückte Nettobestandsveränderung in Rohstoffäquivalenten eben nicht bedeuten würde, dass diese Rohstoffe auch mehr oder weniger materiell zur Verfügung stünden. Ein so berechneter Indikator wird wegen der fehlenden Aussage im Rahmen dieses Projektes nicht weiter verfolgt.

### **3.6.2 Physische Handelsbilanz (PTB bzw. RTB)**

Die Physische Handelsbilanz, gemessen als Importe minus Exporte, wird in der Regel auf höchster Aggregationsebene ausgewiesen. Bedingt durch die sehr heterogene Zusammensetzung der Importe und Exporte bestehend aus unterschiedlichsten Materialien sind Interpretationen auf der Mesoebene oder noch detaillierterer Ebene wenig ergiebig.<sup>149</sup>

Anderes ist die Situation bei der Physischen Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten (RTB), gemessen als Importe in Rohstoffäquivalenten minus Exporte in Rohstoffäquivalenten. Sie kann im Gegensatz

---

<sup>148</sup> Beispielsweise (OECD, 2006), Nr. 380

<sup>149</sup> Vgl. beispielsweise auch (Dittrich, 2007, S. 5) und (Eisenmenger, 2001, S. 91f)



zur NAS in Rohstoffäquivalenten leicht aus dem bestehenden Datenmaterial gewonnen werden und ist im Gegensatz zur PTB nach Rohstoffen disaggregierbar und auf dieser Ebene sinnvoll interpretierbar: Die RTB zeigt die Import- bzw. Exportüberschüsse auf Ebene der Rohstoffäquivalente. Sie gibt damit an, inwieweit das Inland für Konsum und Investition auf Rohstoffentnahmen im Ausland angewiesen ist (positiver Wert). Ein negativer Wert gibt an, dass das Inland dem Ausland Rohstoffe für deren Konsum und Investitionen bereitstellt.

Generell gilt, dass bei der Interpretation der Ergebnisse das ökonomische Umfeld im weitesten Sinn einbezogen werden muss. So ist etwa der Bedarf an Nichteisenmetallen stark von der Konjunktur abhängig: Der Nettoimportbedarf in den entsprechenden Erzäquivalenten variiert hier mit dem zusätzlichen Bedarf für Konsum und Investition, der nicht aus inländischem Sekundärrohstoffaufkommen gedeckt werden kann. Dies zeigt, dass für diesen Indikator nicht nur Zeitscheiben (Querschnitte), sondern auch Zeitreihen (Längsschnitte) sinnvoll sind.

### 3.6.3 Zusammenfassung

Die in diesem Abschnitt betrachteten vier unterschiedlichen Indikatoren (NAS, NAS in Rohstoffäquivalenten, PTB, RTB) sind qualitativ sehr unterschiedlich zu bewerten:

- ▶ Die NAS ist (unter Berücksichtigung der „Memorandum items for balancing“) relativ einfach zu berechnen. Vom Grundgedanken her soll sie aufzeigen, wie viel Material innerhalb einer Periode zusätzlich innerhalb der inländischen Wirtschaft akkumuliert wird und eventuell für zukünftige Nutzungen erneut zur Verfügung stehen kann. Allerdings ist der Aussagewert eng limitiert, da eine Disaggregation nach Gütern bzw. Rohstoffen nicht sinnvoll möglich ist.
- ▶ Eine NAS in Rohstoffäquivalenten (auch nach Rohstoffen disaggregiert) würde aufzeigen, wie viele Rohstoffe für die Erstellung der innerhalb einer Periode in der Wirtschaft zusätzlich akkumulierten Güter notwendig sind. Dies bedeutet jedoch nicht, dass diese gebundenen Rohstoffe auch später wieder in irgendeiner Art zur Senkung des Primärrohstoffbedarfes beitragen. Der Aufwand zur Erstellung einer NAS in Rohstoffäquivalenten ist allerdings relativ hoch: Nicht alle hierfür relevanten Angaben (DPO in Rohstoffäquivalenten) liegen vor. Zudem ist der zusätzliche Informationsgewinn sehr eingeschränkt, da ja der Rohstoffbedarf für Konsum und Investitionen bereits bekannt ist.
- ▶ Die Physische Handelsbilanz kann sehr einfach erstellt werden. Sie könnte theoretisch auch auf Güterebene sehr tief disaggregiert werden. Allerdings fehlen ihr auf gesamtwirtschaftlicher Ebene sinnvolle Anwendungsmöglichkeiten. Auf disaggregierter Ebene hingegen ist sie eher ein Produktions- denn ein Rohstoff-/Materialindikator.
- ▶ Die physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten (RTB) scheint eine sinnvolle Ergänzung der Berichterstattung in Rohstoffäquivalenten und gibt Auskunft über die Rohstoffabhängigkeit vom Ausland für Konsum und Investition. Sie kann mit den Daten, die aus dem unter Abschnitt 1.4 beschriebenen Modell hervorgehenden, einfach generiert werden. Dabei können die Ergebnisse sowohl nach Rohstoffgruppen hoch aggregiert als auch nach einzelnen Rohstoffgruppen differenziert dargestellt und interpretiert werden.

## 4 Produktivitäten auf Basis der Rohstoffäquivalente

### 4.1 Einleitung

Die Produktivität eines Einsatzfaktors gibt an, wie viel wirtschaftliche Leistung mit der Nutzung einer Einheit dieses Faktors produziert wird. Sie ist der Quotient aus dem gesamten Output und dem für dessen Erstellung notwendigen Input. Regelmäßig werden sogenannte Teilproduktivitäten betrachtet, die nicht den gesamten Input, sondern lediglich einen Inputfaktor einbeziehen. Das bedeutet, dass bei der Berechnung von Produktivitäten der gesamte Ertrag der wirtschaftlichen Tätigkeit ausschließlich auf einen einzelnen Produktionsfaktor (z.B. im vorliegenden Fall die Rohstoffe) bezogen wird, obwohl das Produkt naturgemäß aus dem Zusammenwirken sämtlicher Produktionsfaktoren entsteht. Zudem gibt es regelmäßig Substitutionseffekte zwischen einzelnen Faktoren, so dass die Produktivitäten nicht unabhängig voneinander sind.

Bezogen auf den Einsatzfaktor Rohstoffe werden also das gesamte Material (bzw. Material in Rohstoffäquivalenten) und der gesamte daraus resultierende (monetäre) Output zueinander in Beziehung gesetzt. Dies ist bei der Interpretation des Indikators für Ressourceneffizienz zu berücksichtigen.

Zudem lässt sich allgemein beobachten, dass Unterschiede zwischen den einzelnen Produktionsbereichen beim Verhältnis vom Materialeinsatz bzw. Materialeinsatz in Rohstoffäquivalenten und Output bzw. Gütergruppen bestehen. Daher wird ein Ressourceneffizienzindikator für die Produktion auf gesamtwirtschaftlicher Ebene auch durch die Relationen der einzelnen Produktionsbereiche zueinander beeinflusst. Eine Optimierung der Ressourceneffizienz auf nationaler Ebene kann folglich auch zu negativen Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz auf weltweiter Ebene führen.<sup>150</sup> Um derartige Effekte analysieren zu können, sollte folglich ein gesamtwirtschaftlicher Ressourceneffizienzindikator auch nach Produktionsbereichen bzw. Gütergruppen disaggregierbar sein. So lässt sich vermeiden, dass strukturelle Effekte, die aus der Zusammensetzung der inländischen Wirtschaft herrühren, internationale Vergleiche oder inländische Zeitreihen verzerren.

Im Folgenden werden die dargestellten Indikatoren bezüglich Qualität, Richtungssicherheit ihrer Aussage, technischer Herstellbarkeit und Möglichkeiten der Disaggregation nach Rohstoffen und Produktionsbereichen evaluiert.

### 4.2 Gesamtwirtschaftliche Indikatoren

Bevor die unterschiedlichen Ressourceneffizienzindikatoren hergeleitet werden können, werden die wichtigsten relevanten Größen aus den VGR kurz erläutert:

Übersicht 3: Volkswirtschaftliche Kennziffern

Kennziffer	Beschreibung
GGA, GGV	Das gesamte Güteraufkommen (GGA) ist der Wert aller in einer Volkswirtschaft hergestellten oder aus dem Ausland importierten Güter. Das gesamte Güteraufkommen ist dabei gleich der gesamten Güterverwendung (GGV); d. h. aller Güter, die der letzten Verwendung (im Inland oder als Export) oder als Vorleistung in der inländischen Produktion zur Herstellung von anderen Gütern dienen.
Produktionswert (Output)	Der Produktionswert ist der Wert aller in einer Volkswirtschaft hergestellten Güter. Dies können Güter zur letzten Verwendung (im

<sup>150</sup> Es verhält sich hier ähnlich dem komparativen Kostenvorteil der volkswirtschaftlichen Theorie.

Kennziffer	Beschreibung
	Inland oder zum Export), aber auch Vorleistungen sein.
Bruttowertschöpfung (BWS = Produktionswert – Vorleistungen)	Die Bruttowertschöpfung misst den Wert der im Inland hergestellten Güter (Produktionswert) abzüglich des Wertes der im Produktionsprozess als Vorleistungen verbrauchten Güter.
Letzte inländische Verwendung (C+G+I)	Die letzte inländische Verwendung ist der Wert aller Güter, die in einem Jahr an den inländischen Haushalts- und Staatskonsum sowie die Investitionen (in Anlagen und Bauten) abgegeben wurden. <sup>151</sup>
letzte Verwendung (C+G+I) + X	Die letzte Verwendung entspricht der letzten inländischen Verwendung zuzüglich des Werts der exportierten Güter.
Bruttoinlandsprodukt (BIP = BWS + (T-Z) = (C+G+I) + X – M)	Die gesamte im Inland entstandene wirtschaftliche Leistung einer Volkswirtschaft ergibt sich aus der Bruttowertschöpfung zuzüglich dem Saldo aus Gütersteuern und Gütersubventionen. Sie entspricht verwendungsseitig allen an die inländische letzte Verwendung <sup>152</sup> und den Export abgegebenen Güter abzüglich des Imports.

## 4.3 Herleitung von konsistenten Produktivitäten

### 4.3.1 Einführung

Zur Herleitung von konsistenten Produktivitäten ist es zwingend erforderlich, dass der Zähler (monetäre Größe aus der VGR) und der Nenner (physische Größe aus den Materialflussrechnungen bzw. den Materialflussrechnungen in Rohstoffäquivalenten) vergleichbare Aggregate aus den jeweiligen Rechensystemen darstellen. Hierzu müssen, unter Zuhilfenahme der Berechnungsweisen des BIP in der VGR und der bekannten Beziehungen in den MFA bzw. den Materialflussrechnungen in Rohstoffäquivalenten, Entsprechungen zwischen den einzelnen monetären und physischen Größen bestimmt werden.

Ausgangspunkt für diese Bestimmung ist die Berechnungsweise des BIP über die Verwendungsseite:

$$(1) \quad BIP = (C+G+I) + X - M$$

Das BIP ist folglich die Summe aus der letzten inländischen Verwendung (C+G+I) und dem Wert der Exporte, abzüglich des Wertes der Importe. Entsprechungen für die Exporte und Importe sind auch in den Materialflussrechnungen (in Rohstoffäquivalenten) enthalten; dort allerdings in Gewichtseinheiten definiert (EXP und IMP bzw. EXP<sub>RME</sub> und IMP<sub>RME</sub>).

Bevor eine weitere Zuordnung der Komponenten des BIP zu den Materialflussindikatoren erfolgt, ist auf die Unterschiede in den Materialflussrechnungen und den Materialflussrechnungen in Rohstoffäquivalenten einzugehen, da diesen unterschiedliche theoretische Konzepte zu Grunde liegen:

Die Indikatoren der Materialflussrechnungen in Rohstoffäquivalenten (RMI und RMC) erfassen das Material, das die Systemgrenze der inländischen Wirtschaft überschreitet – entweder aus der Umwelt oder aus anderen Volkswirtschaften – in dem Gewicht, das die für die Herstellung benötigten Rohstoffe widerspiegelt. Im Unterschied zu den Materialflussrechnungen (nicht in Rohstoffäquivalenten) werden Abgaben an die Umwelt nicht erfasst, da sie im theoretischen Modell der Materialflussrech-

<sup>151</sup> Zu den Verwendungskategorien siehe Fußnote 152

<sup>152</sup> (C+G+I): Haushaltskonsum + Staatskonsum + Investitionen; auf die Behandlung von Vorratsveränderungen soll an dieser Stelle aus Vereinfachungsgründen verzichtet werden.

nungen in Rohstoffäquivalenten nicht existieren: Für jede Ware wird hier ja gerade das gesamte Gewicht aller Rohstoffe berechnet, die für ihre Herstellung aufgewandt wurden, unabhängig davon, ob diese tatsächlich gewichtsmäßig in die Ware eingegangen sind oder nicht. Somit entspricht alles Material in Rohstoffäquivalenten, das in die inländische Wirtschaft eingeht, dem Material, das an die letzte Verwendung (im Inland oder Export) abgegeben wird:

erstes Aufkommen in Rohstoffäquivalenten (RMI) = letzte Materialverwendung in Rohstoffäquivalenten.

Demgegenüber erfassen die MFA (nicht in Rohstoffäquivalenten) das Material, das die Systemgrenze der inländischen Wirtschaft überschreitet – entweder aus der Umwelt oder aus anderen Volkswirtschaften – in seinem jeweiligen Zustand. Hierbei ist die Verwendung des Materials (Produktion oder letzte Verwendung) unerheblich. Anderes als bei den Materialflussrechnungen in Rohstoffäquivalenten wird dieses eingesetzte Material gewichtsmäßig aber nicht vollständig an die nächste Verwendung weitergegeben. So wird im Produktionsprozess Material als Emissionen (beispielsweise Kohlenstoff als Teil des CO<sub>2</sub>)<sup>153</sup> an die Umwelt oder auch als Reststoffe an Deponien<sup>154</sup> abgegeben. Dieses abgegebene Material ist also in den Indikatoren DMI und DMC enthalten, es geht jedoch nicht in die letzte Verwendung ein. Dies unterscheidet die Materialflussrechnungen in Nicht-Rohstoffäquivalenten grundlegend von denen in Rohstoffäquivalenten. Es besteht hier keine 1:1-Beziehung zwischen Materialeinsatz und letzter Materialverwendung als Summe des Gewichtes der Exportwaren und des Gewichtes der an inländische letzte Verwender abgegebenen Waren:

Materialeinsatz (DMI) ≠ letzte Materialverwendung.

Demzufolge bezieht sich auch der DMC (als DMI abzüglich Exporte) nicht nur auf die inländische letzte Materialverwendung, sondern beinhaltet darüber hinaus das inländisch während des Produktionsprozesses an beispielsweise die Umwelt oder Deponien abgegebene Material.

#### 4.3.2 Konsistente Produktivitäten für Indikatoren der MFA in Rohstoffäquivalenten

Da in den Materialflussrechnungen in Rohstoffäquivalenten die letzte Verwendung in Rohstoffäquivalenten gleich dem ersten Aufkommen in Rohstoffäquivalenten (RMI) ist, entspricht hier auch die letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten dem RMI abzüglich der Exporte in Rohstoffäquivalenten. Die inländische letzte Materialverwendung in Rohstoffäquivalenten ist somit das materialeitige Pendant zur (monetären) inländischen letzte Verwendung aus der VGR. Damit stehen allen monetären Komponenten in der verwendungsseitigen Berechnung des BIP entsprechende Größen aus den Materialflussrechnungen in Rohstoffäquivalenten gegenüber:

$$(2.1) \quad M \triangleq IMP_{RME}$$

$$(2.2) \quad X \triangleq EXP_{RME}$$

$$(2.3) \quad (C + G + I) \triangleq \text{letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten} = RMC$$

Eingesetzt in die Formel  $BIP = (C+G+I) + X - M$  ergibt sich:

$$(2.4) \quad RMC + EXP_{RME} - IMP_{RME} = RMI - IMP_{RME} = DEU$$

$$(2.5) \quad RMI \triangleq BIP + M = ((C + G + I) + X - M) + M = (C+G+I)+X \quad (\text{letzte Verwendung})$$

$$(2.6) \quad RMC \triangleq BIP + M - X = ((C + G + I) + X - M) + M - X = (C + G + I)$$

<sup>153</sup> Das vollständige Materialkonto erfasst diese Abgaben an die Umwelt (DPO), jedoch nicht nach Emittenten (Produktionsbereiche, Haushalte, ...) getrennt. Zudem enthält die DPO mit Bestandteilen aus Luft und Wasser Material, das nicht im DMI/DMC enthalten ist.

<sup>154</sup> Hierbei hängt es gemäß SEEA-CF von der Art der Deponie ab, ob es sich um eine Abgabe an die Umwelt handelt oder nicht. Bei „controlled landfills“ wird dies verneint. In Deutschland zählen alle Deponien zu den so genannten „controlled landfills“; Somit verlässt hier kein Material die Technosphäre. Wie allerdings dieses Material methodisch zu behandeln ist, wenn eine Deponie in Zukunft nicht weiter bewirtschaftet wird, wird im SEEA-CF nicht geklärt.

Somit ergeben sich als konsistente Relationen der Indikatoren der Materialflussrechnungen in Rohstoffäquivalenten mit denen der VGR:

$$(2.7) \quad \frac{(C+G+I)+X}{RMI} = \frac{BIP+M}{RMI}$$

$$(2.8) \quad \frac{(C+G+I)}{RMC} = \frac{BIP+M-X}{RMC}$$

$$(2.9) \quad \frac{BIP}{DEU}$$

### 4.3.3 Beziehungen zwischen VGR und MFA (nicht in RME)

In den Materialflussrechnungen (nicht in Rohstoffäquivalenten) sind die Entsprechungen zu den Im- und Exporten in den VGR bekannt. Es handelt sich dabei einfach um die gewichtsmäßigen Importe und Exporte. Um auch hier kongruent die Indikatoren der Materialflussrechnung denen der VGR zuzuordnen zu können, muss folglich das materialmäßige (nicht in Rohstoffäquivalenten) Pendant zur letzten inländischen Verwendung bestimmt werden. Dies wäre das Gewicht aller Waren, die als Konsum- bzw. Investitionsgüter an inländische letzte Verwender geliefert würden. Bekannt ist, dass dies *nicht* dem DMC entspricht. Dieser umfasst, wie oben bereits gezeigt, mit beispielsweise Reststoffen und Emissionen mehr als nur dasjenige Material, das massenmäßig (als Summe des Gewichtes aller Konsum- und Investitionsgüter) an die letzte inländische Verwendung abgegeben wird. Somit entspricht die Summe aus DMC und Exporten abzüglich der Importe nicht der Summe der inländischen letzten Materialverwendung und Exporte abzüglich der Importe. Die Gleichung

$$(3.1) \quad DMC + EXP - IMP = DMI - IMP = DEU$$

ist demnach zwar aus MFA-Sicht korrekt; der DMC ist aber trotzdem nicht die Entsprechung zur VGR-Größe „inländische letzte Verwendung“. Vom DMC muss daher zusätzlich eine (unbekannte) Größe ( $\delta$ ) abgezogen werden, die das durch die inländische Produktion an die Umwelt oder Deponien abgegebene Material<sup>155</sup> repräsentiert:

$$(3.2) \quad (DMC - \delta) + EXP - IMP = (DMI - \delta) - IMP = (DEU - \delta)$$

Folglich ist es mit den bisher definierten und bestimmten Größen der Materialflussrechnungen (nicht im Rohstoffäquivalenten) wie DMI, DMC oder DPO nicht möglich, eine vollständige konzeptionelle Übereinstimmung in den Rechnungen mit bekannten Größen der VGR herzustellen. Die Berechnungsweise der „D“-Indikatoren mit der einfachen Betrachtung von Im- und Exporten in ihren eigenen Gewichten ist hierfür nicht ausgelegt.

<sup>155</sup> Zudem sind im  $\delta$  auch Bestandteile an Wasser und Luft in den Gütern der letzten Verwendung zu berücksichtigen, sofern diese nicht bereits in den Importen enthalten waren.

#### 4.3.4 Ergebnis und daraus resultierende Produktivitäten

Die folgende Übersicht stellt die jeweiligen Entsprechungen zwischen den monetären und physischen Größen gegenüber:

Übersicht 4: Gegenüberstellung von volkswirtschaftlichen und Materialfluss-Kennziffern

VGR (monetäre Werte)	MFA (Gewichtseinheiten von Rohstoffen und Waren)	MFA in RME (Gewichtseinheiten von Rohstoffen)
Bruttoinlandsprodukt bzw. Bruttowertschöpfung (BIP bzw. BWS)	keine direkte Entsprechung in den derzeitigen MFA-Indikatoren bzw. Kombinationen aus diesen	genutzte inländische Entnahme (DEU)
Importe (M) <sup>156</sup>	Importe (IMP)	Importe in RME (IMP <sub>RME</sub> )
Exporte (X) <sup>156</sup>	Exporte (EXP)	Exporte in RME (EXP <sub>RME</sub> )
Produktionswert (Output)	keine direkte Entsprechung in den derzeitigen MFA-Indikatoren bzw. Kombinationen aus diesen	keine direkte Entsprechung in den derzeitigen MFA in RME-Indikatoren bzw. Kombinationen aus diesen
gesamtes Güteraufkommen, entspricht gesamter Güterverwendung (GGA, GGV)	keine direkte Entsprechung in den derzeitigen MFA-Indikatoren bzw. Kombinationen aus diesen	keine direkte Entsprechung in den derzeitigen MFA in RME-Indikatoren bzw. Kombinationen aus diesen
letzte inländische Verwendung (C+G+I) = BIP + M – X	keine direkte Entsprechung in den derzeitigen MFA-Indikatoren bzw. Kombinationen aus diesen	letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC)
letzte Verwendung (C+G+I)+X = BIP + M	keine direkte Entsprechung in den derzeitigen MFA-Indikatoren bzw. Kombinationen aus diesen	erstes Aufkommen in Rohstoffäquivalenten = letzte Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMI)

Hieraus lassen sich nun verschiedene – aus monetärer und physischer Betrachtungsweise kombinierte und zwischen beiden Betrachtungsweisen konsistente – Relationen ableiten. Sie drücken jeweils einen Zusammenhang zwischen dem gesamten (monetären) Output zu dem Einsatz eines dafür notwendigen Produktionsfaktors (hier Rohstoff) aus.

Ein erster möglicher Indikator wäre ein Quotient aus BIP (den gesamten Output repräsentierend) und DEU (als Inputfaktor) als Teilproduktivität für den Bereich der Rohstoffe. Eine derartige Produktivität würde Auskunft darüber geben, in welchem Umfang die inländische Wertschöpfung von der inländischen Rohstoffentnahme abhängt. Die Einbeziehung von Rohstoffentnahmen im Ausland in dieser Betrachtung ist problematisch, da diese monetär in den Importen erfasst sind und eindeutig keinen Teil des BIP darstellen. Ihre materielle Einbeziehung (als Bestandteil des RMI) würde also vom Grundsatz her bedeuten, dass der Zähler des Quotienten (BIP) nicht länger als Output mit dem Nen-

<sup>156</sup> Im- und Exporte in Rohstoffäquivalenten enthalten wie die monetären Angaben zu Im- und Exporten in der VGR jeweils auch Dienstleistungen, da diese mit ihren jeweiligen Rohstoffäquivalenten erfasst sind. In den MFA (nicht in Rohstoffäquivalenten) sind dagegen nur Im- und Exporte von Waren mit einem Eigengewicht enthalten.



ner des Quotienten (RMI) korrespondieren würde. Vielmehr enthielte der Nenner Input, der nicht zur Erlangung des Outputs beitrüge.

Sollten Importe in Rohstoffäquivalenten mit in die Betrachtung einfließen, ist die adäquate Vergleichsgröße folglich auch die Summe aus BIP und Importen. Die Interpretation eines derartigen Indikators, der sogenannten Gesamtrohstoffproduktivität, ist allerdings nicht einfach: Er umfasst den Wert und die Rohstoffäquivalente aller Güter, die erstmals (oder nach Export wieder) in die inländische Wirtschaft verbracht werden. Rechnerisch ließe sich dieser Indikator auch nach Produktionsbereichen und Rohstoffgruppen disaggregieren. Da dieser Indikator sich allerdings auf den erstmaligen Eingang von Rohstoffen bzw. Rohstoffäquivalenten in die inländische Wirtschaft bezieht und inländische materielle Vorleistungen nicht mit einschließt, bezieht er die Wertschöpfung nach Produktionsbereichen lediglich auf diejenigen Rohstoffen bzw. Rohstoffäquivalente, die direkt aus der inländischen Umwelt von diesem Produktionsbereich entnommen bzw. importiert wurden. Produktionsbereichen, die inländische Vorleistungen beziehen, werden hierfür keine Rohstoffäquivalente angerechnet. So würden beispielsweise den Produktionsbereichen, die inländisch Rohstoffe entnehmen (wie Landwirtschaft oder Bergbau), diese voll angerechnet. Denjenigen, die inländisch entnommene Rohstoffe weiterverarbeiten, jedoch gar nicht. Sinnvoll interpretieren ließen sich dementsprechend nur Indikatoren, bei denen auch die inländischen Vorleistungen in Rohstoffäquivalenten Berücksichtigung finden.

Folgende Indikatoren erfüllen damit die Voraussetzung, dass die monetären und physischen Größen konsistent sind:

Übersicht 5: Konsistente Relationen aus monetären und physischen Größen

Verhältnis	Beschreibung
$\frac{BIP}{DEU}$	<p>Diese Relation berechnet sich analog zur Arbeits- bzw. Kapitalproduktivität.</p> <p>Sie bezieht das Bruttoinlandsprodukt auf die inländische genutzte Entnahme – d. h. das Material, das aus dem Inland kommend in die Produktion gelangt.</p> <p>Diese Relation hat bezüglich der Beurteilung von Ressourceneffizienz kaum Aussagekraft. Vielmehr ist es ein Indikator, der aufzeigt, in welchem Umfang eine Volkswirtschaft ihre Wertschöpfung aus inländischer Rohstoffentnahme generiert.</p>
$\frac{C+G+I}{RMC}$	<p>Diese Relation bezieht sich auf die inländische letzte Verwendung. Sie gibt an, in welchem Verhältnis Konsum- und Investitionsausgaben zu dem für Konsum und Investition benötigten Rohstoffen stehen. Rohstoffaufwand im Ausland wird dabei mit einbezogen. Eine Berechnung mit den verfügbaren Daten sowie die Disaggregation nach Verwendungsarten (Konsum, Investitionen) und die Bestimmung von Teilproduktivitäten für einzelne Rohstoffgruppen sind möglich.</p>
$\frac{(C+G+I)+X}{RMI}$	<p>Diese Relation, die sogenannte Gesamtrohstoffproduktivität, stellt den Wert aller aus dem Inland an die letzte Verwendung (Inland und Export) abgegebenen Güter im Vergleich zu den für ihre Herstellung verwendeten Rohstoffen dar. Ausländische Produktion ist dabei mit eingeschlossen. Eine Disaggregation auf Produktionsbereichsebene ist möglich, ebenso eine Berechnung mit den bereits verfügbaren Daten.</p>

#### 4.3.5 Weitere diskutierte „Produktivitäten“

Neben den oben dargestellten Indikatoren werden weitere in der Politik diskutiert, die sich oftmals nicht konsistent aus den Volkswirtschaftlichen und Umweltökonomischen Gesamtrechnungen herleiten lassen. Sie sollen im Folgenden näher betrachtet werden:

Übersicht 6: Weitere diskutierte Relationen aus monetären und physischen Größen

Verhältnis	Beschreibung
$\frac{BIP}{DMI}$	<p>Diese Relation ist derzeit als Indikator „Rohstoffproduktivität“ in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung enthalten (bezogen auf den abiotischen DMI). Seine Interpretation ist aus mehreren Gründen schwierig:</p> <p>Zum einen besteht – wie oben erläutert – eine Asymmetrie bei der Erfassung von Entnahme und Importen.</p> <p>Außerdem wird aus der obigen Herleitung ersichtlich, dass das BIP von der Materialentnahme und Materialverwendung in der Produktion bestimmt wird. Dieser Indikator setzt nun aber das BIP in Relation zu Materialentnahme und Import (DMI = DEU+IMP).</p> <p>Dadurch, dass Importe nicht mit Exporten verrechnet werden, kommt es zudem im Nenner zu Mehrfachzählungen, die von der Verflechtung der inländischen Wirtschaft mit dem Ausland abhängen.</p> <p>Somit ist die Interpretation dieses Indikators eher schwierig und kann zu Fehlschlüssen führen. Er ist somit nicht als bevorzugter Schätzer für eine Rohstoffproduktivität der inländischen Produktion anzusehen.</p>
$\frac{BIP}{RMI}$	<p>Dieser Indikator setzt das Bruttoinlandsprodukt in Relation zum Materialeinsatz in Rohstoffäquivalenten.</p> <p>Wie oben aufgezeigt, entspricht der RMI (verwendungsseitig) der gesamten letzten Verwendung und das BIP der gesamten letzten Verwendung abzüglich der Importe. Dies verdeutlicht die Inkonsistenz dieses Indikators: Im Ausland erstellte (und importierte) Güter gehen wertmäßig nicht in den Quotienten ein, die für ihre Herstellung im Ausland benötigten Rohstoffe schon.</p> <p>Dieser Quotient ist somit in Bezug auf eine Rohstoffeffizienzmessung kein erwartungstreuer Indikator.</p>
$\frac{BIP}{DMC}$	<p>Dieser Indikator setzt das Bruttoinlandsprodukt in Relation zur inländischen Materialverwendung. Wie dargestellt, werden bei der Ermittlung des BIP zur letzten inländischen Verwendung die Exporte addiert und die Importe abgezogen. Beim DMC werden dagegen Importe einbezogen und die Exporte herausgerechnet.</p> <p>Zu der erwähnten Asymmetrie bei den „D“-Indikatoren kommt also hier noch eine Inkonsistenz der einbezogenen Aggregate.</p> <p>Somit ist dieser Quotient kaum interpretierbar und daher in Bezug auf eine Rohstoffeffizienzmessung kein erwartungstreuer Indikator.</p>
$\frac{BIP}{RMC}$	<p>Dieser Indikator setzt das Bruttoinlandsprodukt in Relation zur inländischen Materialverwendung in Rohstoffäquivalenten. Der RMC bezieht sich dabei ausschließlich auf die letzte inländische Verwendung (Konsum und Investition). Das BIP bezieht sich auf die inländische Produktion.</p> <p>Insgesamt ist nicht erkennbar, auf welche Fragestellung der Indikator konkret abzielt.</p> <p>Dieser Quotient ist in Bezug auf eine Rohstoffeffizienzmessung kein erwartungstreuer Indikator.</p>

Indikatoren werden verwendet, um etwas nicht direkt Beobachtbares abbilden zu können. Eine zentrale Anforderung, die ein Indikator zu erfüllen hat, ist die so genannte Erwartungstreue; d. h. er soll eine unverzerrte Abbildung der darzustellenden Entwicklung liefern. Dies ist bei allen in Übersicht 6 genannten Indikatoren nicht der Fall. Außer auf Veränderungen in einer (wie auch immer im Einzelnen definierten) Material- oder Rohstoffeffizienz reagieren sie auch auf andere Einflüsse. Somit erfüllen sie ein zentrales Kriterium für einen Indikator nicht.

## 5 Bedürfnisfelder

Abhängig von der politischen Diskussion und der wissenschaftlichen Disziplin werden Bedürfnisse unterschiedlich eingeteilt. In den Wirtschaftswissenschaften wird häufig konsumorientiert zwischen materiellen Existenzbedürfnissen – die der Lebenserhaltung dienen –, Grundbedürfnissen und darüberhinausgehenden Luxusbedürfnissen differenziert.

Bei Maslow<sup>157</sup> stand ein weniger materieller Gedanke im Vordergrund. Seine Unterteilung in: physiological, safety, love, esteem, and self-actualization folgt allerdings einem ähnlichen Muster wie dem heute in den Wirtschaftswissenschaften üblichen: von essenziell (Lebenserhaltung) bis „Luxus“ (Selbstverwirklichung).

Beide Betrachtungsweisen sind in Bezug auf dieses Projekt wenig hilfreich. Es kann nicht Aufgabe der Beteiligten sein, bestimmten Gütern oder Dienstleistungen einen gewissen Rang auf einer „Wichtigkeitsskala“ zukommen zu lassen. Daher sind die Bedürfnisse – wertfrei – in einer anderen Dimension zu gruppieren.

Das hier vorliegende Projekt behandelt lediglich den Verbrauch von materiellen Ressourcen. Dieser entsteht regelmäßig durch Konsum und Nutzung von Gütern oder Dienstleistungen. Daher bietet es sich an, zur statistischen Klassifikation der Bedürfnisfelder eine Klassifikation des Konsums in Anwendung zu bringen. Hier hat sich auf internationaler Ebene die Classification of Individual Consumption by Purpose (COICOP) der Vereinten Nationen durchgesetzt. In Europa findet sie bisher im Wesentlichen Anwendung im Bereich der Wirtschaftsrechnungen privater Haushalte sowie beim harmonisierten Verbraucherpreisindex. Auch andere Studien im Bereich des Ressourcenverbrauches verwenden – bewusst oder unbewusst – zur hochaggregierten COICOP vergleichbare Einteilungen<sup>158</sup>.

Die COICOP hat ihren Ursprung in den Anforderungen des Systems der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Vereinten Nationen und wurde entwickelt, um die von privaten Haushalten, Organisationen ohne Erwerbszweck sowie dem Staat durchgeführten Transaktionen einzuteilen. Ihre Gliederung besteht aus 14 Abteilungen, die sich in Gruppen und diese wiederum in Klassen unterteilen. Die ersten zwölf Abteilungen unterteilen den Konsum der privaten Haushalte, während die anderen den Konsum der privaten Organisationen ohne Erwerbszweck sowie der öffentlichen Hand zusammenfassen.

Somit würde eine der COICOP folgende Unterteilung nach Bedürfnisfeldern lediglich auf den Konsum und nicht auf die Investitionen (und die Vorratsveränderungen) abzielen. Aus der unter Abschnitt 1.4 beschriebenen modifizierten Schätzmethode geht die Unterteilung in die unterschiedlichen Kategorien der letzten Verwendung hervor. Somit ist bereits eine essenzielle Voraussetzung für die Unterteilung nach Bedürfnisfeldern (nach COICOP) erfüllt. Die Kategorien 13 und 14 der COICOP („Individual consumption expenditure of non-profit institutions serving households“ bzw. „Individual consumption expenditure of general government“) entsprechen dabei den Kategorien der letzten Verwendung „Konsum privater Organisationen ohne Erwerbszweck“ bzw. „Staatskonsum“. Diese gehen somit direkt aus der Berechnung hervor, wenn auch auf sehr hoher Aggregationsebene. Anders ist es beim aufzuteilenden Konsum der privaten Haushalte.

---

<sup>157</sup> (Maslow, 1943)

<sup>158</sup> Vgl. u. a. (Tukker, 2006)

Die COICOP ist nicht mit den klassischen Güterklassifikationen (wie PRODCOM<sup>159</sup>, SITC<sup>160</sup>, CN<sup>161</sup>, HS<sup>162</sup>, CPC<sup>163</sup> oder CPA<sup>164</sup>) vergleichbar, die die Güter entweder nach deren Beschaffenheit oder Entstehung gruppieren und die untereinander weitgehend kompatibel sind. Vielmehr versucht die COICOP Güter und Dienstleistungen der verwendungsseitigen Bedürfnisbefriedigung zuzuordnen.

Die bisherigen Gliederungen im Rahmen der Rohstoffäquivalentrechnungen beziehen sich auf die eingesetzten Rohstoffe sowie die Produktionsbereiche, in denen der Einsatz erfolgt. Bis zu einem gewissen – allerdings eng gesteckten – Rahmen kann auch eine Zuordnung auf der Ebene von hochaggregierten Produktgruppen erfolgen. Dies rührt aus der Kompatibilität der für die Berechnung verwandten Industrie- und Güterklassifikationen her. Der Ansatz der COICOP ist mit diesen Klassifikationen aber weitgehend nicht kompatibel. Selbst auf den untersten Aggregationsniveaus der einzelnen Klassifikationen existieren keine direkten vollständigen Umsteigeschlüssel von den Güterklassifikationen zur COICOP. Daher könnte eine Zuordnung der bisherigen Projektergebnisse, die auf Basis von 24 Gütergruppen<sup>165</sup> vorliegen, zur COICOP nur sehr grob und auf einem hohen Aggregationsniveau erfolgen, das von extrem vereinfachenden Annahmen seitens der Bedürfnisfelder ausgehen müsste.

Daher wird auf eine derart unsichere Allokation auf grobe Kategorien von Bedürfnisfeldern verzichtet. Detaillierte Angaben nach Kategorien der letzten Verwendung (Konsum, Investitionen in Ausrüstungen und sonstige Anlagen, Bauinvestitionen, Exporte) und 24 Gütergruppen gehen aber als Ergebnis aus dem unter Abschnitt 4 beschriebenen modifizierten Schätzverfahren hervor. Diese Informationen entsprechen zwar nicht explizit einer Gliederung nach Bedürfnisfeldern, geben aber doch ähnliche Information auf vergleichsweise detaillierter Ebene.

## 6 Empfehlung für Indikatoren

### 6.1 Zusammenführung der bisherigen Erkenntnisse

In den vorhergehenden Abschnitten wurden unterschiedliche Aspekte diskutiert, die für die Erstellung von Rohstoffeffizienzindikatoren relevant sind:

- ▶ Die Einbeziehung der so genannten ungenutzten Entnahme,
- ▶ die Einbeziehung von biotischen Rohstoffen,
- ▶ sinnvolle Bezugsgrößen und
- ▶ realisierbare und aussagefähige Untergliederungen.

Eine der wichtigsten Erkenntnisse aus der Untersuchung ist die verwendungsseitige Betrachtung des RMI, der sich demnach wie folgt zerlegen lässt:

- ▶ RMC
  - Konsum
  - Investitionen (Anlagen, Bauten)
  - (Vorratsveränderungen)
- ▶ Export

---

<sup>159</sup> Production Communautaire

<sup>160</sup> Standard International Trade Classification

<sup>161</sup> Combined Nomenclature

<sup>162</sup> Harmonized System

<sup>163</sup> Central Product Classification

<sup>164</sup> Classification of Products by Activity

<sup>165</sup> Relativ gesicherte Ergebnisse nach Gütergruppen liegen nur in dieser Gliederung vor. Interne Rechnungen nutzen zwar teilweise eine tiefere Gliederung der IOT, es erfolgt jedoch keine durchgehende Allokation auf diesem Niveau.

Diese Zerlegung kann zudem in einer weiteren Dimension nach Rohstoffgruppen und theoretisch in einer dritten auch nach Gütergruppen erfolgen. Somit können biotische Rohstoffe auch ausgenommen werden. Von den oben genannten Kategorien ist allerdings der Export nicht frei von Mehrfachzählungen, wie sie auch beim Import auftreten. Daher ist sowohl der RMI als auch der Export in Rohstoffäquivalenten als Rohstoffverwendungsindikator tendenziell eher weniger geeignet. Der RMC inklusive seiner einzelnen Komponenten hingegen informiert relativ richtungssicher über den Bedarf an unterschiedlichen Rohstoffen, die zur Deckung des inländischen Konsums und der inländischen Investitionen benötigt werden.

Für internationale Vergleichszwecke bieten sich unterschiedliche Normierungen des RMC bzw. seiner Kategorien an: Einerseits die Bevölkerungsanzahl, andererseits eine passende volkswirtschaftliche Kennziffer. Es hat sich gezeigt, dass zum RMI, wie auch zum RMC sowie sogar zu seinen einzelnen Kategorien kongruente Kennziffern aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen hervorgehen, die zueinander in Bezug gesetzt werden können. Hierdurch wird ihre Interpretationsmöglichkeit aber nicht unbedingt erhöht und der Erklärungsbedarf steigt.

Mehrfachzählungen bei Importen und Exporten heben sich gegenseitig auf. Demzufolge ist die Physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten (RTB) in Bezug auf die Rohstoffabhängigkeit vom Ausland ein richtungssicherer Indikator, insbesondere wenn er nach einzelnen Rohstoffgruppen disaggregiert ist.

Der Indikator NAS in Rohstoffäquivalenten lässt sich nicht einfach ermitteln, da für die Berechnung nicht alle notwendigen Informationen vorliegen. Sie würde zwar aufzeigen, wie viele Rohstoffe zusätzlich nach einer Periode in Konsum oder Investitionsgütern gebunden sind. Dies bedeutet aber nicht, dass diese in Zukunft auch wieder wirksam extrahiert werden können. Sie bietet somit keinen bedeutenden Mehrwert.

Bei dem nicht auf Rohstoffäquivalenten basierenden Indikator NAS ergibt sich grundsätzlich das Problem, dass diese nicht sinnvoll zu disaggregieren ist. Sie ist damit in ihrer Aussage eng limitiert. Die Physische Handelsbilanz kann sehr einfach erstellt werden. Sie könnte theoretisch auch auf Güterebene sehr tief disaggregiert werden. Allerdings fehlen ihr auf gesamtwirtschaftlicher Ebene sinnvolle Anwendungsmöglichkeiten; auf disaggregierter Ebene hingegen ist sie eher ein Produktions- denn ein Rohstoff- bzw. Materialindikator.

## 6.2 Empfehlungen für Indikatoren auf Basis von Rohstoffäquivalenten

Grundsätzlich sind Indikatoren danach zu unterscheiden, ob sie die Darstellung inländischer Entwicklungen oder Vergleiche mit dem Ausland ermöglichen sollen. Dementsprechend werden hier für beide Bereiche Empfehlungen gegeben:

### *Für die Darstellung der inländischen Entwicklungen:*

- ▶ RMC im Zeitablauf (abiotisch, auch nach Rohstoffgruppen, in t oder indiziert)
- ▶ RTB im Zeitablauf (abiotisch, auch nach Rohstoffgruppen, in t)
- ▶  $\frac{C+G+I}{RMC} = \frac{BIP-X+M}{RMC}$  im Zeitablauf (Zähler preisbereinigt, Nenner abiotisch und auch nach Rohstoffgruppen, in EUR pro t oder indiziert)
- ▶ Als Produktivität produktionsbezogen:  $\left(\frac{C+G+I+X}{RMI} = \frac{BIP+M}{RMI}\right)$ , d.h. die Gesamtrohstoffproduktivität, im Zeitablauf (Zähler preisbereinigt, Nenner abiotisch und auch nach Rohstoffgruppen, in Euro pro t oder indiziert)

### *Für Vergleiche mit dem Ausland:*

- ▶ RMC pro Kopf (abiotisch, auch nach Rohstoffgruppen, in t pro Kopf)

- Konsum in Rohstoffäquivalenten pro Kopf (abiotisch, auch nach Rohstoffgruppen, in t pro Kopf)<sup>166</sup>

Da sich alle empfohlenen Indikatoren nach Rohstoffgruppen disaggregieren lassen, können sie zusätzlich in dieser Unterteilung auch biotisch dargestellt werden. Auf (nach Rohstoffen) aggregierter Ebene sind die Ergebnisse für diese ausgewählten Indikatoren in Tabelle 2 und für die Vergleichsindikatoren in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 2: Entwicklung der empfohlenen Indikatoren

Indikator (abiotisch)	2000	2008	2009	2010	2011 <sup>P</sup>
letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC), Mill t	1 275	1 059	947	983	928
physische Handelsbilanz in RME (RTB), Mill t	323	251	183	229	111
(BIP-X+M)/RMC, preisbereinigt, 2000 = 100	100	125	137	135	147
letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) pro Kopf, t	15,5	12,9	11,6	12,0	11,3
Konsum in RME pro Kopf, t	7,1	6,3	6,4	6,5	7,1
Gesamtrohstoffproduktivität (BIP+M)/RMI, preisbereinigt, 2000=100	100	119	129	120	130

Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Rechenstand August 2014

Tabelle 3: Entwicklung der Vergleichsindikatoren

Indikator	2000	2008	2009	2010	2011
letzte inl. Verwendung, preisbereinigt, 2000 = 100 <sup>167</sup>	100	104	102	104	107 <sup>P</sup>
Bevölkerung, Mill. (Statistisches Bundesamt, 2014) <sup>168</sup>	82,3	82,0	81,8	81,8	81,8

## 7 Treiber des Ressourcenverbrauches

### 7.1 Einführung

Die in diesem Abschnitt genannten Zahlen beziehen sich teilweise auf tabellierte Ergebnisse, die nicht in dieser Veröffentlichung, sondern im zu diesem Endbericht erschienenen Tabellenband enthalten sind und dort eingesehen werden können.

Die im Weiteren beschriebene Situation bezieht sich auf die Verwendung abiotischer Rohstoffe<sup>169</sup> im Jahr 2010 sowie die Entwicklung zwischen den Jahren 2000 und 2010. Sollten an ausgewählten Stel-

<sup>166</sup> Dieser Indikator mag partiell besser geeignet sein, da weniger entwickelte Länder oftmals deutlich mehr Rohstoffe für den erstmaligen Aufbau ihrer Infrastruktur (Investitionen) benötigen als entwickelte. Da im Rahmen der Berechnungen für dieses Projekt sich jedoch die Nutzung von Sekundärrohstoffen nur teilweise beim Konsum in Rohstoffäquivalenten und zum Großteil bei den Vorratsveränderungen zeigt, ist dies bei der Interpretation zu berücksichtigen.

<sup>167</sup> (Statistisches Bundesamt, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, 2014)

<sup>168</sup> Die Angaben basieren auf der Bevölkerungsfortschreibung vor Zensus 2011, da entsprechende, auf Basis des Zensus 2011 zurückgerechnete Bevölkerungszahlen für die Jahre vor 2011 zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes noch nicht vorlagen (Statistisches Bundesamt, 2014).

<sup>169</sup> Inkl. fossiler Energieträger



len biotische Rohstoffe mit einbezogen sein oder Bezug auf andere Jahre genommen werden, so ist dies explizit erwähnt.

## 7.2 Situation

### 7.2.1 Insgesamt

Das erstmalige Aufkommen in Rohstoffäquivalenten – und damit auch die letzte Verwendung in Rohstoffäquivalenten – liegt im Jahr 2010 bei rund 2,3 Mrd. t. Hiervon entfallen auf die Erze gut 800 Mill. t und nur knapp weniger auf die fossilen Energieträger (rund 750 Mill. t) sowie die sonstigen mineralischen Rohstoffe (rund 700 Mill. t).

Der überwiegende Teil dieser rund 2,3 Mrd. t letzten Verwendung in Rohstoffäquivalenten – rund 1,3 Mrd. t oder knapp 60 Prozent – wird für den Export verwandt. Dementsprechend sind der letzten inländischen Verwendung knapp 1 Mrd. t anzurechnen. Hiervon sind mehr als 500 Mill. t dem Konsum der privaten Haushalte und des Staates und rund 650 Mill. t den Investitionen zuzurechnen. Bei den Investitionen dominieren die Investitionen in Bauten<sup>170</sup> mit mehr als 550 Mill. t, während für die Investitionen in Ausrüstungen und sonstige Anlagen unter 100 Mill. t abiotische Rohstoffe aufgewandt werden. Die Kategorie Vorratsveränderungen und Nettozugang an Wertsachen, in der auch das Aufkommen an sekundären Rohstoffen gegengerechnet wird, vermindert den abiotischen Primärrohstoffbedarf im Jahr 2010 um knapp 200 Mill. t.

### 7.2.2 Erze

Mit mehr als 800 Mill. t stellen Erze die größte aggregierte Rohstoffgruppe an der letzten Verwendung in Rohstoffäquivalenten. Diese entfallen ganz erheblich auf den Export. Die letzte inländische Verwendung spielt bei den Erzen insgesamt nur eine geringe Rolle, da ein Großteil des Bedarfes an Erzäquivalenten insgesamt aus Sekundärrohstoffen gedeckt werden kann<sup>171,172</sup>. Dies drückt sich dadurch aus, dass auf aggregierter Ebene zwar knapp 190 Mill. t Erze für die Deckung des Konsums und der Investitionen benötigt werden, nach Verrechnung mit den Vorratsveränderungen aber lediglich rund 40 Mill. t als primärer Erzbedarf verbleiben. Auf die einzelnen inländischen Kategorien der letzten Verwendung heruntergebrochen liegt der Bedarf an Erzäquivalenten für den Konsum und die Investitionen etwa auf gleichem Niveau (jeweils leicht über 90 Mill. t). Bei den Investitionen ist der Bedarf für die Ausrüstungen und sonstigen Anlagen in etwa doppelt so hoch wie der für die Bauten.

### 7.2.3 Fossile Energieträger

Die letzte Verwendung in Äquivalenten der fossilen Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas) liegt mit rund 750 Mill. t auf nahezu ähnlich hohem Niveau wie die Erzäquivalente. Allerdings zeigt sich bei den fossilen Energieträgern eine andere Verteilung zwischen Export und inländischer letzter Verwendung: Hier liegt der Bedarf für den inländischen Konsum der privaten Haushalte und des Staates in etwa auf gleicher Höhe wie der der Exporte (beide knapp 350 Mill. t). Für Investitionen werden rund 50 Mill. t benötigt, die sich in etwa zu gleichen Teilen auf die Investitionen in Ausrüstungen und sonstige Anlagen und die Investitionen in Bauten verteilen. Vorratsveränderungen betragen bei den fossilen Energieträgern gut 10 Mill. t.

### 7.2.4 Sonstige mineralische Rohstoffe

Rund 700 Mill. t Rohstoffäquivalente entfallen für das Jahr 2010 auf sonstige mineralische Rohstoffe. Im Gegensatz zu den beiden zuvor betrachteten aggregierten Rohstoffgruppen hat hierbei der Export

---

<sup>170</sup> Dies beinhaltet gemäß dem ESVG auch die Wohngebäude.

<sup>171</sup> Siehe hierzu 2.4.2.2

<sup>172</sup> Diese Aussage trifft so jedoch nur auf aggregierter Ebene zu, in der sich der Bedarf für die Erze einzelner Metalle untereinander verrechnet. Für individuelle Erze ergeben sich teilweise andere Bilder.

mit rund 175 Mill. t eine untergeordnete Rolle. Es dominiert die letzte inländische Verwendung mit rund 530 Mill. t. Dabei ist dieses Bild recht eindeutig durch die typischen Baurohstoffe gezeichnet. Allein rund 480 Mill. t Sand, Kies und gebrochene Natursteine sowie Kalkstein und Gips und entfallen auf die Investitionen in Bauten. Damit bestimmen diese Rohstoffe und ihre Verwendung das Bild. Werden die anderen sonstigen mineralischen Rohstoffe betrachtet, so liegt bei diesen die hauptsächliche Verwendung allerdings wieder im Export, gefolgt mit weitem Abstand vom inländischen Konsum, der gemessen am Export je nach Rohstoff zwischen einem Viertel und einem Drittel der Masse beträgt. Mit einem Bedarf von insgesamt weniger als 10 Mill. t spielen die Investitionen in Ausrüstungen und sonstige Anlagen im Bereich der letzten Verwendung von sonstigen mineralischen Rohstoffen kaum eine Rolle.

### 7.2.5 Biotische Rohstoffe

Mit deutlich weniger als 500 Mill. t Rohstoffäquivalent stellen die biotischen Rohstoffe aus Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei und Jagd die massenmäßig kleinste der hier betrachteten aggregierten Rohstoffgruppen. Mehr als die Hälfte des erstmaligen Aufkommens in Rohstoffäquivalenten wird dabei für den Konsum der privaten Haushalte und des Staates, rund 40 % für den Export verwandt. Investitionen spielen massenmäßig in dieser Rohstoffgruppe nur eine untergeordnete Rolle. Allenfalls beim Holz haben Investitionen in Bauten einen deutlichen Anteil. Absolut betrachtet umfassen die Holzäquivalente aber nur rund 15 Mill. t.

### 7.2.6 Physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten

Werden Importe und Exporte saldiert, so ergibt sich die physische Handelsbilanz. In Rohstoffäquivalenten ausgedrückt zeigt diese, bei welchen Rohstoffen Deutschland in welchem Umfang von ausländischen Förderungen abhängig ist. Im Jahr 2010 beträgt dieser Importmehrbedarf zur Deckung des inländischen Konsums und der inländischen Investitionen auf aggregierter Ebene etwas mehr als 230 Mill. t abiotische Rohstoffe. Dies ergibt sich aus der Saldierung der verschiedenen Rohstoffgruppen:

Die fossilen Energieträger zeigen einen Importüberschuss von rund 210 Mill. t. Hiervon entfallen rund 110 Mill. t auf Erdöl und jeweils etwas mehr als 80 Mill. t auf Steinkohle und Erdgas. Bei der Braunkohle erzielt Deutschland, hauptsächlich durch Exporte indirekt enthaltener elektrischer Energie, demgegenüber einen Exportüberschuss von mehr als 60 Mill. t.

Bei Erzen insgesamt besteht im Jahr 2010 ein Importmehrbedarf zur Deckung des inländischen Konsums und der inländischen Investitionen von knapp 45 Mill. t.

Bei den sonstigen mineralischen Rohstoffen erzielt Deutschland einen Exportüberschuss von rund 25 Mill. t. Hierbei entfällt mehr als die Hälfte auf die Rohstoffgruppe Sand, Kies und gebrochene Natursteine. Bei den anderen Rohstoffgruppen innerhalb der sonstigen mineralischen Rohstoffe kann Deutschland seinen Bedarf knapp decken bzw. benötigt nur im geringen Umfang den Export übersteigende Importe in Rohstoffäquivalenten. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass diese Ergebnisse stark von der Aggregationsebene nach Rohstoffen abhängen.

## 7.3 Entwicklung

### 7.3.1 Übersicht

Tabelle 4 gibt einen guten Überblick über die Entwicklung wichtiger abiotischer Kennziffern im Zeitvergleich zwischen dem Jahr 2000 (=100) und dem aktuellen Rand<sup>173</sup>. Bedingt durch eine insgesamt

<sup>173</sup> Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich die Situation im Jahr 2009 bedingt durch die besondere ökonomische Entwicklung von den Werten der Vor- und Folgejahre abhebt.

rückläufige inländische Entnahme in Verbindung mit einem Anstieg der Importe in Rohstoffäquivalenten verharrt das erstmalige Aufkommen in Rohstoffäquivalenten nahezu unverändert.

Während die Handelsströme (Importe und Exporte), und hierbei insbesondere die Exporte, deutlich zunehmen, liegt der Rohstoffbedarf für die letzte inländische Verwendung (inländischer Konsum und inländische Investitionen) deutlich unter dem Niveau des Jahres 2000. Hierfür zeichnet insbesondere ein deutlicher Rückgang der benötigten Rohstoffe für die Investitionen in Ausrüstungen und sonstige Anlagen aber auch in Bauten verantwortlich.

Tabelle 4: Entwicklung wichtiger abiotischer Kennziffern (2000 = 100)

	2000	2008	2009	2010
Inländische Entnahme (DEU)	100	85	80	79
Importe in Rohstoffäquivalenten	100	113	93	115
Exporte in Rohstoffäquivalenten	100	124	105	129
Physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten (RTB)	100	78	57	71
Erstmaliges Aufkommen in Rohstoffäquivalenten (RMI)	100	101	88	100
Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC)	100	83	74	77
und zwar <sup>174</sup> : Konsum	100	89	91	91
Investitionen	100	82	73	75
und zwar: Ausrüstungen und sonstige Anlagen	100	84	60	70
Bauten	100	81	75	76

Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Rechenstand August 2014

Bedingt durch die wesentlich stärkere Zunahme der Exporte in Rohstoffäquivalenten als die der Importe in Rohstoffäquivalenten verringerte sich auf aggregierter Ebene auch die Importabhängigkeit Deutschlands von ausländischen Rohstoffen. Wie die physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten zeigt, ging diese um rund 30 % oder rund 100 Mill. t Rohstoffäquivalente zurück.

Auf die einzelnen Kennziffern wird im Folgenden etwas detaillierter eingegangen.

### 7.3.2 Aufkommenseitig

#### 7.3.2.1 Erstmaliges Aufkommen in Rohstoffäquivalenten

Das erstmalige Aufkommen in Rohstoffäquivalenten liegt im Jahr 2010 in etwa auf dem Niveau des Jahres 2000 (je knapp 2,3 Mrd. t). Es setzt sich dabei aus der inländischen Entnahme und den Importen in Rohstoffäquivalenten zusammen. Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, entwickelten sich diese beiden Kennzahlen recht unterschiedlich. Daher ist es sinnvoll, diese Komponenten auch einzeln und nicht als Summenposition zu betrachten. Dies wird auch in den Abschnitten 7.3.2.2 und 7.3.2.3 geschehen.

Obwohl die Höhe des erstmaligen Aufkommens in Rohstoffäquivalenten im Zehnjahresvergleich nahezu unverändert ist, gibt es auf Ebene der einzelnen Rohstoffe teilweise recht unterschiedliche Entwicklungen. Aber auch auf dieser Ebene lassen sich die Entwicklungen fast vollständig entweder durch Veränderungen bei der inländischen Entnahme (wie beispielsweise im Rohstoffbereich Sand, Kies und gebrochene Natursteinen, wo sich die inländische Entnahme um rund 160 Mill. t verringert)

<sup>174</sup> Vorratsveränderungen und Nettozugänge an Wertsachen sind hier nicht mit aufgeführt.

oder die Importe in Rohstoffäquivalenten (beispielsweise bei den Erzen, wo der Import um rund 70 Mill. t zunimmt) abbilden. Insofern soll hier im Weiteren auf die aggregierte Betrachtung dieser beiden Positionen verzichtet werden.

### 7.3.2.2 Inländische Entnahme

Für den deutlichen Rückgang der inländischen Entnahme insgesamt sind im Wesentlichen drei Rohstoffgruppen verantwortlich. Vom absoluten Umfang her am deutlichsten ist der Rückgang von 2010 gegenüber 2000 bei der Entnahme von Sand, Kies und gebrochenen Natursteinen im Umfang von rund 160 Mill. t, gefolgt von Kalkstein und Gips sowie Steinkohle mit jeweils rund 20 Mill. t. Die anderen betrachteten abiotischen Rohstoffgruppen zeigen allerdings Rückgänge auf deutlich niedrigerem absolutem Niveau oder zumindest Stagnation. Ausnahmen sind hierbei lediglich die Rohstoffgruppen chemische Mineralien und Natriumchlorid. Diese weisen zwar relativ betrachtet hohe Zuwächse bei der Entnahme auf, mit 3 bzw. 5 Mill. t hat dies allerdings kaum Einfluss auf die absolute Höhe der inländischen Entnahme insgesamt.

Beim Rückgang der Entnahme von Sand, Kies und gebrochenen Natursteinen ist zu beachten, dass dieser nicht durch einen stärkeren Einsatz von Sekundärrohstoffen kompensiert wurde. Auch der Einsatz von Sekundärrohstoffen weist einen – wenn auch leichten – Rückgang im Vergleichszeitraum auf.<sup>175</sup>

Bei den hier nicht näher betrachteten biotischen Rohstoffen gibt es, was die Höhe der inländischen Entnahme betrifft, auf aggregierter Ebene zwischen den Jahren 2000 und 2010 nahezu keine Veränderung. Die Entnahme von biotischen Rohstoffen beträgt in beiden Jahren knapp 250 Mill. t.

### 7.3.2.3 Importe in Rohstoffäquivalenten

Anders als die inländische Entnahme sind die Importe in Rohstoffäquivalenten zwischen den Jahren 2000 und 2010 deutlich angestiegen. Dieser Anstieg wurde insbesondere durch die Rohstoffgruppen Erze der NE-Metalle (Anstieg um rund 130 Mill. t), sowie durch die fossilen Energieträger Steinkohle und Erdgase (Anstieg um jeweils leicht über bzw. unter 50 Mill. t) verursacht. Der Anstieg bei der Steinkohle lag damit auch deutlich über dem Rückgang ihrer inländischen Entnahme.

Beim Importzuwachs der Rohstoffgruppen Erze der NE-Metalle ist zu beachten, dass deren größte ausgewiesene Einzelposition Kupfererze einen deutlichen Rückgang (rund 40 Mill. t) aufweist. Bei der zweiten ausgewiesenen Einzelposition, dem Bauxit, gibt es zwar relativ einen Anstieg um mehr als 40 %, absolut macht dieser allerdings nur gut 10 Mill. t aus. Dementsprechend ist davon auszugehen, dass Importe von einigen anderen nicht einzeln ausgewiesenen Erzäquivalenten innerhalb der Gruppe der Erze der NE-Metalle in sehr erheblichem Umfang angestiegen sein müssen. Derart detaillierte Ergebnisse auf Ebene der einzelnen Erzäquivalente lassen sich allerdings nicht darstellen.

Mit gut 40 Mill. t verringerte sich die direkte und indirekte Einfuhr von Eisen- und Manganerzen in ähnlichem Umfang wie die der Kupfererze.

Der Importzuwachs der sonstigen mineralischen Rohstoffe fällt im Vergleich zu den anderen aggregierten Rohstoffgruppen absolut (10 Mill. t) wie relativ (weniger als 10 %) vergleichsweise moderat aus. Innerhalb dieser Gruppe zeigt sich aber ein sehr uneinheitliches Bild. So geht der Import von Sand-Äquivalenten, die diese aggregierte Rohstoffgruppe dominieren, um mehr als 10 Mill. t zurück. Währenddessen steigt der Import von Natriumchlorid-Äquivalenten um fast 15 Mill. t, andere Rohstoffgruppen wie chemische Minerale, Quarzsande, Kalkstein und Gips oder Tone stagnieren.

Auch bei den hier nicht näher betrachteten biotischen Rohstoffen gibt es relativ wie auch absolut deutliche Zuwächse. So erhöhte sich die direkte und indirekte Einfuhr von pflanzlicher Biomasse aus

<sup>175</sup> (Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V., jeweiliges Jahr)

der Landwirtschaft um rund ein Drittel bzw. rund 30 Mill. t, die aus der Forstwirtschaft verdreifachte sich sogar und stieg um fast 40 Mill. t.

### **7.3.3 Verwendungsseitig**

#### **7.3.3.1 Letzte Verwendung in Rohstoffäquivalenten**

Definitionsgemäß ist der Betrag der letzten Verwendung in Rohstoffäquivalenten identisch mit dem erstmaligen Aufkommen in Rohstoffäquivalenten. Somit blieb auch die letzte Verwendung in Rohstoffäquivalenten aggregiert über alle Rohstoffe und Verwendungsbereiche hinweg nahezu unverändert. Wird nach Verwendungsarten der einzelnen Rohstoffgruppen unterschieden, ergibt sich allerdings ein recht heterogenes Bild.

#### **7.3.3.2 Exporte in Rohstoffäquivalenten**

Im Vergleich zum Jahr 2000 lagen die Exporte in Rohstoffäquivalenten im Jahr 2010 um knapp 300 Mill. t bzw. knapp 30 % höher als im Jahr 2000. Sie sind damit rund doppelt so stark gestiegen wie die Importe in Rohstoffäquivalenten. Die Zuwächse ziehen sich mit wenigen Ausnahmen über alle Rohstoffgruppen hinweg. Lediglich bei den Eisen- und Manganerzen sowie den Kupfererzen gab es leichte Rückgänge.

Mit einem Anstieg von fast 190 Mill. t bzw. rund 50 % verzeichneten die Erze der NE-Metalle den höchsten absoluten Zuwachs – wie bei den Importen bei gleichzeitigem Rückgang in ihrer wichtigsten ausgewiesenen Einzelposition, den Kupfererzen.

Zuwächse gab es über alle fossilen Energieträger hinweg, absolut und relativ am größten bei den Erdgasäquivalenten mit einem Anstieg um zwei Drittel bzw. rund 30 Mill. t.

Bei den sonstigen mineralischen Rohstoffen gab es in der Rohstoffgruppe der Tone (inkl. Bentonit und Kaolin) einen prozentual lediglich einstelligen Anstieg und eine Stagnation in der Rohstoffgruppe Sand, Kies und gebrochene Natursteine. In allen anderen Rohstoffgruppen unterhalb der sonstigen mineralischen Rohstoffe ist der relative Anstieg zweistellig. Absolut ist der Anstieg beim Natriumchlorid mit rund 15 Mill. t am höchsten.

#### **7.3.3.3 Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten**

##### **7.3.3.3.1 Insgesamt**

Insgesamt gesehen ist der Rohstoffbedarf für die letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) zwischen dem Jahr 2000 und dem Jahr 2010 um fast ein Fünftel rückläufig. Für die einzelnen Rohstoffgruppen ergibt sich hierbei allerdings ein differenzierteres Bild.

Bei den fossilen Energieträgern gibt es nahezu keine Änderung in der Masse der verwendeten Rohstoffäquivalente, lediglich Verschiebungen innerhalb dieser Gruppe von Braunkohle und Erdöl hin zu Steinkohle und Erdgas.

Anders sieht es im Bereich der Erzäquivalente aus. Hier gibt es mit Ausnahme des bei den Erzen massenmäßig relativ wenig bedeutenden Bauxits durchgängig starke Rückgänge: Für die Erze beträgt der Rückgang rund 70 % oder knapp 100 Mill. t. Auch bei den anderen einzeln ausgewiesenen Erzgruppen (Kupfererze sowie Eisen- und Manganerze) ergeben sich relativ betrachtet mit jeweils rund 60 % ähnliche Rückgänge.

Ebenso ist die Verwendung von Rohstoffen des Bereiches der sonstigen mineralischen Rohstoffe rückläufig – relativ zwar weniger stark (rund 25 %), aber absolut in noch größerem Umfang (rund 200 Mill. t). Dieser Rückgang resultiert massenmäßig im Wesentlichen aus Rückgängen der diesen Bereich dominierenden Rohstoffgruppen Sand, Kies und gebrochene Natursteine sowie Kalkstein



und Gips. Bei anderen mineralischen Rohstoffen wie den chemischen Mineralien und Natriumchlorid gab es zwar prozentual deutliche Anstiege, allerdings auf relativ niedrigem Niveau.

#### **7.3.3.3.2 Investitionen**

Der oben ausgewiesene Rückgang im Bereich der unter den sonstigen mineralischen Rohstoffe dominierenden Rohstoffgruppen Sand, Kies und gebrochene Natursteine sowie Kalkstein und Gips (Rückgang zusammen knapp 150 Mill. t) resultiert insbesondere aus den gesunkenen Bauinvestitionen. Daneben verringerte sich auch die Rohstoffverwendung von Erzen (rund 20 Mill. t) und fossilen Energieträgern (rund 10 Mill. t) für Bauinvestitionen deutlich. Somit ging die Rohstoffverwendung für Bauinvestitionen um insgesamt rund 175 Mill. t oder knapp ein Viertel zurück.

Ein noch stärkerer relativer Rückgang ist bei den Investitionen in Ausrüstungen und sonstige Anlagen zu beobachten. Er lag bei rund 30 Prozent oder mehr als 40 Mill. t. Die hauptsächlichsten Rückgänge lagen hier in den Rohstoffgruppen Erze (mit einem Rückgang von mehr als 25 Mill. t oder ca. 30 %) und den fossilen Energieträgern (mit rund 10 Mill. t oder mehr als 25 %). Die stärkste prozentuale Verringerung gab es im Bereich der sonstigen mineralischen Rohstoffe, die aber naturgemäß bei den Ausrüstungen und sonstigen Anlagen kaum von Bedeutung sind.

Zu erwähnen ist, dass der Einsatz von Sekundärrohstoffen hierbei noch nicht mildernd berücksichtigt ist, da diese mit ihrem Rucksack in der hier nicht näher betrachteten Kategorie der Vorratsveränderungen eingebracht werden und sich erst dort vollständig mildernd auswirken.

#### **7.3.3.3.3 Konsum**

Auch die Rohstoffverwendung für den inländischen Konsum geht zwischen 2000 und 2010 zurück – allerdings mit knapp zehn Prozent weniger stark. Daneben ist die Rohstoffverwendung für Konsum im Gegensatz zu den Investitionen auch im Jahr 2009 im Vergleich zu den Vor- und Folgejahren nahezu konstant.

Bei den Erzen geht die Rohstoffverwendung für den inländischen Konsum insgesamt auch ohne Berücksichtigung von Sekundärmetallen zwischen 2000 und 2010 um mehr als 10 Prozent zurück. Rückgänge sind auch bei den einzeln ausgewiesenen Eisen- und Manganerzen und Kupfererzen zu beobachten. Die Bauxitverwendung für Aluminium hat sich dementsgegen zwar um rund 20 Prozent erhöht – dies entspricht allerdings weniger als einer Mill. t. Die Verwendung der nicht einzeln ausgewiesenen Erze hat sich zudem um rund 50 Prozent erhöht, was einem absoluten Anstieg um rund 10 Mill. t entspricht.

Die Verwendung fossiler Energieträger für den inländischen Konsum steigt insgesamt im unteren einstelligen Prozentbereich und damit leicht an. Auch hierbei gibt es innerhalb der Rohstoffäquivalente der fossilen Energieträger Verschiebungen weg von Braunkohle und Erdöl hin zu Steinkohle und Erdgas.

Bei den sonstigen mineralischen Rohstoffen gibt es bei der Rohstoffverwendung für den inländischen Konsum einen deutlichen Rückgang um rund ein Drittel (rund 30 Mill. t). Dies rührt nahezu ausschließlich von einem Rückgang in der Rohstoffgruppe Sand, Kies und gebrochene Natursteine und hier insbesondere von den Produkten des Wirtschaftsbereiches Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens her.

#### **7.3.4 Physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten**

Die Physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten drückt aus, bei welchen Rohstoffen Deutschland in welchem Umfang von ausländischen Förderungen abhängt. Aggregiert über alle abiotischen Rohstoffe inklusive der fossilen Energieträger hat sich diese Größe zwischen 2000 und 2010 von rund 320 Mill. t auf rund 230 Mill. t deutlich verringert. Näher betrachtet gibt es zwischen den ein-



zelenen Rohstoffen aber sehr uneinheitliche Entwicklungen. So ist insbesondere im Bereich der fossilen Energieträger die Importabhängigkeit zur Deckung inländischem Konsums und inländischer Investitionen deutlich angestiegen, insbesondere bei den Erdgasen und der Steinkohle. Gleichzeitig steigt aber auch der deutsche Exportüberschuss an Braunkohle, hauptsächlich in Form von in Exporten indirekt enthaltener elektrischer Energie.

Im Bereich der Erze übersteigen die direkten und indirekten Importe die Exporte deutlich. Dieser Importüberschuss ist aber von mehr als 140 Mill. t im Jahr 2000 auf knapp 45 Mill. t 2010 zurückgegangen. Bei den einzeln ausgewiesenen Erzen ist lediglich beim Bauxit ein Anstieg zu beobachten. Dieser ist mit mehr als 30 % zwar relativ hoch, absolut beträgt er allerdings nur wenige Mill. t.

Insgesamt sind die doch deutlichen Rückgänge sowohl auf den rückläufigen Bedarf für Konsum und Investitionen als auch auf die stärkere Verwendung von Sekundärmetallen zurückzuführen.

Bei den sonstigen mineralischen Rohstoffen ist in Summe zwar ein deutlicher Anstieg des Exportüberschusses beobachtbar, dieser resultiert jedoch fast ausschließlich aus der Rohstoffgruppe Sand, Kies und gebrochene Natursteine. Bei den übrigen nachgewiesenen Rohstoffgruppen innerhalb der sonstigen mineralischen Rohstoffe gab es meist nur geringfügige Schwankungen.

## 7.4 Zusammenfassung

Die Treiber der Ressourcennutzung im Sinne der Nutzung von primären Rohstoffen sind eindeutig in der Produktion für den Export zu verorten. Hier gab es bei den abiotischen Rohstoffäquivalenten gegenüber dem Jahr 2000 einen Anstieg um rund 300 Mill. t von rund 1 Mrd. auf 1,3 Mrd. t. Da die Physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten einen deutlichen Rückgang des Importüberschusses (insbesondere bei Erzen und sonstigen mineralischen Rohstoffen) ausweist (rund 90 Mill. t), kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei diesem Zuwachs beim Export nicht (nur) um Mehrfachzählungen von Re-Exporten handelt.

Demgegenüber geht der Rohstoffbedarf für die letzte inländische Verwendung insgesamt zurück, nämlich um rund 300 Mill. t. von knapp 1,3 Mrd. t auf unter 1 Mrd. t. Dies betrifft sowohl den Rohstoffbedarf für Konsum (rund 50 Mill. t.) als auch für Investitionen in Anlagen und sonstige Ausrüstungen wie auch für Bauten (abiotisch minus 40 Mill.t bzw. 175 Mill. t). Jedoch gibt es auch hierbei für einzelne Rohstoffgruppen Ausnahmen:

- ▶ Der Bedarf an fossilen Energieträgern stagniert im Wesentlichen, während sich innerhalb dieser aggregierten Rohstoffgruppe aber Verschiebungen zwischen den Äquivalenten der einzelnen Energieträger von Braunkohle und Erdöl zu Steinkohle und Erdgas zeigen.
- ▶ die Nutzung von biotischen Rohstoffen verzeichnet einen deutlichen Zuwachs, der sich durchgängig auf die Nutzung von Biomasse aus Forstwirtschaft zurückführen lässt. Dies betrifft sowohl den Konsum als auch die Bauinvestitionen.

Somit lassen sich abschließend als wesentliche Treiber der Ressourcennutzung insbesondere der Export, und hierbei besonders stark die NE-Metalläquivalente, identifizieren. Inländisch ist lediglich bei den biotischen Rohstoffäquivalenten ein Zuwachs zu beobachten, insbesondere zurückzuführen auf die Biomasse aus Forstwirtschaft. Diesem stehen allerdings in wesentlich stärkerem Umfang Rückgänge bei den anderen Rohstoffen gegenüber.

## 8 Anhang

### 8.1 Exkurs IOT Analyse<sup>176</sup>

Die Input-Output-Analyse ist eine Methode zur quantitativen Analyse der strukturellen Wechselbeziehungen in einer räumlich abgegrenzten Wirtschaft. Sie geht auf Wassily 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 Rückwirkungen auf die gesamte Volkswirtschaft haben; dabei können die Wirkungen direkter und/oder indirekter Natur sein.

Deskriptive Auswertung: Die deskriptive Auswertung der 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 IOT.

#### 8.1.1 Input-Output-Tabellen

Die IOT 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 der IOT des folgenden Schaubildes 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.

<sup>176</sup> Dieser Exkurs wurde direkt aus dem Anhang von (Buyny, Klink, & Lauber, 2009) übernommen. Er zeigt 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“.

Abbildung 4: 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	
Produktions-sektoren	1	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	...	X <sub>1j</sub>	...	X <sub>1n</sub>	X <sub>1·</sub>	Y <sub>11</sub>	Y <sub>12</sub>	...	Y <sub>1m</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>
	2	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>23</sub>	...	X <sub>2j</sub>	...	X <sub>2n</sub>	X <sub>2·</sub>	Y <sub>21</sub>	Y <sub>22</sub>	...	Y <sub>2m</sub>	Y <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>
	3	X <sub>31</sub>	X <sub>32</sub>	X <sub>33</sub>	...	X <sub>3j</sub>	...	X <sub>3n</sub>	X <sub>3·</sub>	Y <sub>31</sub>	Y <sub>32</sub>	...	Y <sub>3m</sub>	Y <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>
	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	·	·	·	<b>I</b>	·	·	·	·	·	·	<b>II</b>	·	·	·	·
	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	i	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	...	X <sub>ij</sub>	...	X <sub>in</sub>	X <sub>i·</sub>	Y <sub>i1</sub>	Y <sub>i2</sub>	...	Y <sub>im</sub>	Y <sub>i</sub>	X <sub>i</sub>
	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	n	X <sub>n1</sub>	X <sub>n2</sub>	X <sub>n3</sub>	...	X <sub>nj</sub>	...	X <sub>nn</sub>	X <sub>n·</sub>	Y <sub>n1</sub>	Y <sub>n2</sub>	...	Y <sub>nm</sub>	Y <sub>n</sub>	X <sub>n</sub>
Vorleistungskäufe beziehungsweise Endnachfrage-Bezüge	X <sub>·1</sub>	X <sub>·2</sub>	X <sub>·3</sub>	...	X <sub>·j</sub>	...	X <sub>·n</sub>	X <sub>·</sub>	Y <sub>·1</sub>	Y <sub>·2</sub>	...	Y <sub>·m</sub>	Y <sub>·</sub>	X	
Bereiche der primären Inputs	1	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	...	P <sub>1j</sub>	...	P <sub>1n</sub>	P <sub>1·</sub>	Q <sub>11</sub>	Q <sub>12</sub>	...	Q <sub>1m</sub>	Q <sub>1·</sub>	X <sub>p1</sub>
	2	P <sub>21</sub>	P <sub>22</sub>	P <sub>23</sub>	...	P <sub>2j</sub>	...	P <sub>2n</sub>	P <sub>2·</sub>	·	·	...	·	·	X <sub>p2</sub>
	·	·	·	<b>III</b>	·	·	·	·	·	·	<b>IV</b>	·	·	·	·
	k	P <sub>k1</sub>	P <sub>k2</sub>	P <sub>k3</sub>	...	P <sub>kj</sub>	...	P <sub>kn</sub>	P <sub>k·</sub>	·	·	...	·	·	X <sub>pk</sub>
Primäre Inputs	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	...	P <sub>j</sub>	...	P <sub>n</sub>	P <sub>·</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	...	Q <sub>m</sub>	Q <sub>·</sub>	X <sub>p</sub>	
Produktionswerte beziehungsweise Gesamt-Inputs	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	...	X <sub>j</sub>	...	X <sub>n</sub>	X	X <sub>y1</sub>	X <sub>y2</sub>	...	X <sub>ym</sub>	X <sub>y</sub>	Z	

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, Konsumausgaben 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<sub>i2</sub> zum Ausdruck; er stellt einen Teil der Befriedigung der letzten Verwendung y<sub>i</sub> durch den Bereich i und einen Teil der Inlandsnachfrage y<sub>·2</sub> 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<sub>2j</sub> wider, der zugleich einen Bruchteil von p<sub>2</sub> und einen Bruchteil von p<sub>j</sub> 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 IOT 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 ( $y. = p.$ ); sie besagt, dass die Entstehungsseite gleich der Verwendungsseite des Inlandsprodukts ist.

### 8.1.2 Inverse Leontief-Koeffizienten

Die inversen Leontief-Koeffizienten werden aus den Input-Koeffizienten im I. Quadranten der IOT der inländischen Produktion und Importe oder der IOT 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 IOT 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 Input-Output-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 Input-Output -Analyse werden insbesondere die inversen Leontief-Koeffizienten genutzt, die aus der IOT der inländischen Produktion berechnet werden

### 8.1.3 Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes (StBA)

Die Konzepte und Abgrenzungen der IOT des StBA entsprechen den Regeln des ESVG (Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen) 1995. Die amtlichen IOT müssen zusammen mit den ebenfalls im Rahmen der Input-Output-Rechnung erstellten Aufkommens- und Verwendungstabellen nach der ESVG-Verordnung regelmäßig an das Statistische Amt der Europäischen Gemeinschaften (Eurostat) geliefert werden. Bei den IOT des StBA 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 IOT des StBA, die voll in die VGR integriert sind, anhand eines stark vereinfachten Beispiels erläutert.

Die IOT des StBA 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 IOT des StBA wird die Vorleistungsverflechtung nach 59 liefernden und 59 empfangenden Bereichen dargestellt. Für spezielle Auswer-

tungen liegen auch IOT 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 Primärintputs 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 IOT des StBA der drei zusammengefassten Bereiche wird also gezeigt,

Abbildung 5: Input-Output Tabelle 1997 zu Herstellungspreisen

Input-Output-Tabelle 1997 zu Herstellungspreisen mit gütermäßiger Aufgliederung der Importe, Mrd DM

Liefernder Bereich \ Empfangender Bereich	Produktionsbereiche			Endnachfrage				Gesamte Verwendung
	Primärer Bereich	Sekundärer Bereich	Tertiärer Bereich	Konsumausgaben privater Haushalte im Inland	Konsumausgaben des Staates <sup>1</sup>	Bruttoinvestitionen	Exporte	
<i>Vorleistungsverbrauch</i>				<i>letzte Verwendung</i>				
<i>Erzeugnisse des</i>								
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
<i>Primärinputs</i>								
<i>Wertschöpfung</i>								
Sonstige Produktionsabgaben abzüglich sonstiger Subventionen	-4	7	11					
Arbeitnehmerentgelt im	18	719	1 237					
Abschreibungen und Nettobetriebsüberschuss	30	271	1 023					
<i>Aufkommen an Gütern</i>								
Produktionswert	89	2 647	3 896					
Importe	35	741	100					
Gesamtes Aufkommen	124	3 388	3 996					

<sup>1</sup> 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 1063 Mrd. DM sowie Arbeitnehmerentgelte im Inland in Höhe von 719 Mrd. DM.

Die in den IOT 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 IOT des StBA auch als Basis für ökonometrische Modelle, um mit deren Hilfe die Folgen konkreter Ereignisse oder politischer Entscheidungen abschätzen zu können.

## 8.2 Tabellen und Übersichten

Übersicht 7: Angenommene metallurgische Zusammensetzung von Halbwaren

Halbware	Angenommene metallurgische Zusammensetzung
Roh- und Spiegeleisen, in Masseln, Blöcken o.a. Rohformen; Eisenschwamm, in Stücken, Pellets o.ä. Formen	88 % Fe
Blöcke, Strangguss, Flüssigstahl, aus unlegiertem Stahl	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Blöcke, Strangguss, Flüssigstahl, aus legiertem Stahl (ohne nicht rostenden oder hitzebeständigen Stahl) nicht in Elektroöfen erzeugt	1 % Cr, 0,25 % Mo, 98,1 % Stahl(FE Anteil)
Blöcke, Strangguss, Flüssigstahl, aus nicht rostendem oder hitzebeständigem Stahl	40 % FeNi25, 26 % FeCr68, 34 % Stahl(FE Anteil)
<b>Gewalztes Halbzeug</b>	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Warmbreitband, mit einer Breite von 600 mm oder mehr	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Bandstahl, mit einer Breite von weniger als 600 mm	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Blech, auf Warmbreitbandstraßen gewalzt; Breitflachstahl, Quartblech, mit einer Breite von 600 mm oder mehr	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Walzdraht, warmgewalzt	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Betonstahl in Stäben, warmgewalzt	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Anderer Stab- und Flachstahl, warmgewalzt	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Leichte Profile, warmgewalzt, warmgezogen, warmstranggepresst, mit einer Höhe von weniger als 80 mm und Winkel	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Schwere Profile (U-, I-, H-Profile), Breitflanschträger, Grubenausbauprofile, Formstahl u. a. Träger, mit einer Höhe von 80 mm und mehr	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Spundwanderzeugnisse, warmgewalzt	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Oberbaumaterial für Bahnen, z. B. Schienen, Schwellen, Material für Kreuzungen und Weichen, Laschen, Unterlagsplatten	0,7 % FeCr68, 98,2 % Stahl(FE Anteil)
Geschweißte Profile aus Stahl	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Kaltgewalzte Bleche in Rollen oder Tafeln	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Elektroblech in Rollen oder Tafeln	99,3 % Stahl
Weißblech, verzinnertes Blech, ECCS-Blech	0,05 % Sn, 98,95 % Stahl(FE Anteil)
Schmelztauchveredelte Bleche	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Elektrolytisch veredelte Bleche	97,9 % Fe, 1,1 % Zn
Organisch beschichtete Bleche	99,3 % Stahl(FE Anteil)
<b>Halbzeug</b>	99,3 % Stahl(FE Anteil)
<b>Stäbe</b>	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Körner und Pulver, aus Roheisen, Spiegeleisen, Eisen oder Stahl	88 % Fe

Halbware	Angenommene metallurgische Zusammensetzung
Ferrolegierungen	30 % Fe, 40 % Ni, 20 % Cr, 3 % Mo, 3 % Co, 3 % V
Granulierte Schlacke (Schlackensand) und andere Schlacken, Zunder und andere Abfälle der Eisen- und Stahlherstellung	5 % Al, 6 % Mg
Abfälle, Abfallblöcke und Schrott aus Eisen oder Stahl	0,4 % FeNi25, 0,3 % FeCr68, 99,3 % Stahl(FE Anteil)
Rohre und Hohlprofile, nahtlos, aus Eisen oder Stahl (ohne solche aus Gusseisen)	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Geschweißte Rohre, mit kreisförmigem Querschnitt und einem äußeren Durchmesser von mehr als 406,4 mm, aus Stahl	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Geschweißte Rohre mit einem Außendurchmesser von 406,4 mm oder weniger, aus Stahl	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Flansche, Rohrform-, -verschluss- und -verbindungsstücke, Bogen und Winkel, aus Stahl, nicht gegossen	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Herstellung von sonstigen Stahlrohren, Rohrform-, Rohrverschluss- und Rohrverbindungsstücken aus Stahl	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Stäbe und Vollprofile, kaltgezogen, aus nicht legiertem Stahl	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Stäbe und Vollprofile, kaltgezogen, aus legiertem Stahl (ohne nicht rostendem Stahl)	1 % Cr, 0,25 % Mo, 98,1 % Stahl(FE Anteil)
Stäbe und Vollprofile, kaltgezogen, aus nicht rostendem Stahl	40 % FeNi25, 26 % FeCr68, 34 % Stahl(FE Anteil)
Kaltgewalzte Flacherzeugnisse, aus Stahl, nicht überzogen, mit einer Breite von weniger als 600 mm	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Kaltgewalzte Flacherzeugnisse, aus Stahl, plattiert oder überzogen, mit einer Breite von weniger als 600 mm	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Offene Kaltprofile	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Profilierte Bleche	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Sandwich-Platten aus beschichtetem Stahlblech	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Kaltgezogener Draht	99,3 % Stahl(FE Anteil)
Silber in Rohform oder als Pulver	100 % Ag
Silber als Halbzeug	6,5 % Cu, 93,5 % Ag
Gold in Rohform oder als Pulver	100 % Au
Gold als Halbzeug	37,9 % Cu, 5 % Zn, 5 % Ag, 51,1 % Au, 1 % Pd
Gold zu monetären Zwecken	100 % Au

Halbware	Angenommene metallurgische Zusammensetzung
Platin in Rohform oder als Pulver	1,6 % Ru, 0,2 % Os, 5,2 % Rh, 5 % Ir, 20 % Pd, 20 % Pt
Platin als Halbzeug	1,6 % Ru, 0,2 % Os, 5,2 % Rh, 5 % Ir, 20 % Pd, 20 % Pt
Katalysatoren in Form von Geweben oder Gittern, aus Platin	1,6 % Ru, 0,2 % Os, 5,2 % Rh, 5 % Ir, 12 % Pd, 20 % Pt
Goldplattierungen auf unedlen Metallen oder auf Silber, in Rohform oder als Halbzeug	57,5 % Cu, 1 % Ni, 0,4 % Al, 38,5 % Zn, 0,5 % Sn, 1,5 % Pb, 0,6 % Ag
Silberplattierungen auf unedlen Metallen; Platinplattierungen auf unedlen Metallen, auf Silber oder auf Gold, in Rohform oder als Halbzeug	6,5 % Cu, 93,5 % Ag,
Aluminium in Rohform, Aluminiumlegierungen	2 % Fe, 0,5 % Cu, 0,2 % Ni, 0,05 % Cr, 88,65 % Al, 3 % Mg, 0,1 % Zn, 0,1 % Sn, 0,2 % Pb, 0,2 % Ti
Aluminiumoxid (ohne künstlichen Korund)	53 % Al
Pulver und Flitter, aus Aluminium	100 % Al
Stangen (Stäbe) und Profile, aus Aluminium aus nicht legiertem Aluminium	100 % Al
Stangen (Stäbe) und Profile, aus Aluminium aus Aluminiumlegierungen	2 % Fe, 0,5 % Cu, 0,2 % Ni, 0,05 % Cr, 88,65 % Al, 3 % Mg, 0,1 % Zn, 0,1 % Sn, 0,2 % Pb, 0,2 % Ti
Stangen (Stäbe) und Profile, aus Aluminium	99 % Al
Bleche und Bänder aus Aluminium, mit einer Dicke von mehr als 0,2 mm	99 % Al
Folien und dünne Bänder, aus Aluminium (auch bedruckt oder auf Papier, Pappe, Kunststoff o.ä. Unterlagen), mit einer Dicke (ohne Unterlage) von 0,2 mm oder weniger	99 % Al
Rohre aus Aluminium; Rohrform-, Rohrverschluss- und Rohrverbindungsstücke, aus Aluminium	99 % Al
Blei, in Rohform	99 % Pb
Zink, in Rohform	99 % Sn
Zinn, in Rohform	99 % Zn
Halbzeug aus Blei, Zink und Zinn	16 % Mg 54 % Zn, 30 % Sn

Halbware	Angenommene metallurgische Zusammensetzung
Kupfermatte; Zementkupfer (gefälltes Kupfer)	98 % Cu
Nicht raffiniertes Kupfer; Kupferanoden zum elektrolytischen Raffinieren	80 % Cu
Raffiniertes Kupfer in Rohform (z. B. Kathoden, Drahtbarren, Knüppel)	100 % Cu
Kupferlegierungen, in Rohformen; Kupfervorlegierungen	0,1 % Fe, 87 % Cu, 4 % Ni, 9 % Zn
Pulver und Flitter, aus Kupfer und Kupferlegierungen	0,1 % Fe, 87 % Cu, 4 % Ni, 9 % Zn
Stangen (Stäbe) und Profile, aus Kupfer und Kupferlegierungen	0,1 % Fe, 87 % Cu, 4 % Ni, 9 % Zn
Draht aus Kupfer und Kupferlegierungen	0,1 % Fe, 87 % Cu, 4 % Ni, 9 % Zn
Bleche und Bänder, aus Kupfer und Kupferlegierungen, mit einer Dicke von mehr als 0,15 mm	0,1 % Fe, 87 % Cu, 4 % Ni, 9 % Zn
Folien und dünne Bänder, aus Kupfer und Kupferlegierungen (auch bedruckt oder auf Papier, Pappe, Kunststoff o.ä. Unterlagen), mit einer Dicke (ohne Unterlage) von 0,15 mm oder weniger	0,1 % Fe, 87 % Cu, 4 % Ni, 9 % Zn
Rohre, Rohrform-, Rohrverschluss- und Rohrverbindungsstücke, aus Kupfer und Kupferlegierungen	0,1 % Fe, 87 % Cu, 4 % Ni, 9 % Zn
Nickelmatte u. a. Zwischenerzeugnisse der Nickelmetallurgie; Nickel in Rohform	98 % Ni
Halbzeug aus Nickel und Nickellegierungen	10 % Fe, 52,5 % Ni, 0,9 % Al, 0,9 % Ti, 3 % Mo, 5,1 % Nb, 22 % FeCr68
Sonstige NE-Metalle und Erzeugnisse daraus; Cermets; Abfälle und Schrott	5 % Cr, 70 % Al, 10 % Ti, 5 % Mo, 5 % Co, 5 % Nb
Natürliches Uran und seine Verbindungen; Legierungen, Dispersionen (einschließlich Cermets), keramische Erzeugnisse und Mischungen, die natürliches Uran oder Verbindungen von natürlichem Uran enthalten	100 % U
Erzeugung und sonstige erste Kupferbearbeitung	80 % Cu
Teile aus Temperguss für Straßenfahrzeuge und Maschinenbauerzeugnisse	96,2 % Fe
Teile aus Temperguss für sonstige Verwendungszwecke	96,2 % Fe
Teile aus Gusseisen mit Kugelgraphit für Straßenfahrzeuge	93,8 % Fe
Teile aus Gusseisen mit Kugelgraphit Wellen; Lagerschalen	93,8 % Fe
Teile aus Gusseisen mit Kugelgraphit für Motoren und Antriebselemente	93,8 % Fe
Teile aus Gusseisen mit Kugelgraphit für sonstige Maschinenbauerzeugnisse	93,8 % Fe

Halbware	Angenommene metallurgische Zusammensetzung
Teile aus Gusseisen mit Kugelgraphit für sonstige Verwendungszwecke	93,8 % Fe
Teile aus nicht verformbarem Gusseisen (Eisenguss) für Straßenfahrzeuge	98,7 % Fe, 0,4 % Cu, 0,5 % Ni, 0,2 % Cr, 0,2 % Mo
Teile aus nicht verformbarem Gusseisen (Eisenguss) Wellen; Lagerschalen	98,7 % Fe, 0,4 % Cu, 0,5 % Ni, 0,2 % Cr, 0,2 % Mo
Teile aus nicht verformbarem Gusseisen (Eisenguss) für Motoren und Antriebselemente	98,7 % Fe, 0,4 % Cu, 0,5 % Ni, 0,2 % Cr, 0,2 % Mo
Teile aus nicht verformbarem Gusseisen (Eisenguss) für sonstige Maschinenbauerzeugnisse	98,7 % Fe, 0,4 % Cu, 0,5 % Ni, 0,2 % Cr, 0,2 % Mo
Teile aus nicht verformbarem Gusseisen (Eisenguss) für sonstige Verwendungszwecke	98,7 % Fe, 0,4 % Cu, 0,5 % Ni, 0,2 % Cr, 0,2 % Mo
Rohre und Hohlprofile, aus Gusseisen	93,8 % Fe
Rohrform-, Rohrverschluss- und Rohrverbindungsstücke, aus Gusseisen	93,8 % Fe
Teile aus Stahlguss für Straßenfahrzeuge	0,2 % Mo, 4 % FeNi25, 1,5 % FeCr68, 93,3 % Stahl(FE Anteil)
Teile aus Stahlguss Lagerschalen	0,9 % FeCr68, 98,95 % Stahl(FE Anteil)
Teile aus Stahlguss für Motoren und Antriebselemente	0,2 % Mo, 3,6 % Fe-Ni25, 30,9 % FeCr68, 96,8 % Stahl(FE Anteil)
Teile aus Stahlguss für sonstige Maschinenbauerzeugnisse	0,1 % V, 1,5 % FeCr68, 97,8 % Stahl(FE Anteil)
Teile aus Stahlguss für sonstige Erzeugnisse	99,55 % Stahl(FE Anteil)
Rohre aus Stahlschleuderguss	1 % Ti, 8 % FeNi25, 90,5 % Stahl(FE Anteil)
Rohre, Rohrform-, Rohrverschluss- und Rohrverbindungsstücke, aus Gussstahl	1 % Ti, 8 % FeNi25, 90,5 % Stahl(FE Anteil)
Teile aus Leichtmetallguss für Straßenfahrzeuge	2 % Fe, 0,5 % Cu, 0,2 % Ni, 0,05 % Cr, 88,65 % Al, 3 % Mg, 0,1 % Zn, 0,1 % Sn, 0,2 % Pb, 0,2 % Ti
Teile aus Leichtmetallguss Wellen, Lagerschalen	2 % Fe, 0,5 % Cu, 0,2 % Ni, 0,05 % Cr, 88,65 % Al,



Halbware	Angenommene metallurgische Zusammensetzung
	3 % Mg, 0,1 % Zn, 0,1 % Sn, 0,2 % Pb, 0,2 % Ti
Teile aus Leichtmetallguss für Motoren und Antriebselemente	2 % Fe, 0,5 % Cu, 0,2 % Ni, 0,05 % Cr, 88,65 % Al, 3 % Mg, 0,1 % Zn, 0,1 % Sn, 0,2 % Pb, 0,2 % Ti
Teile aus Leichtmetallguss für sonstige Maschinenbauerzeugnisse	2 % Fe, 0,5 % Cu, 0,2 % Ni, 0,05 % Cr, 88,65 % Al, 3 % Mg, 0,1 % Zn, 0,1 % Sn, 0,2 % Pb, 0,2 % Ti
Teile aus Leichtmetallguss für sonstige Verwendungszwecke	2 % Fe, 0,5 % Cu, 0,2 % Ni, 0,05 % Cr, 88,65 % Al, 3 % Mg, 0,1 % Zn, 0,1 % Sn, 0,2 % Pb, 0,2 % Ti
Teile aus Buntmetall-/Schwermetallguss für Straßenfahrzeuge	0,05 % Fe, 2 % Cu, 4 % Al, 0,05 % Mg, 93,9 % Zn
Teile aus Buntmetall-/Schwermetallguss Wellen, Lagerschalen	1 % Cu, 10 % Sn, 73,5 % Pb, 15,5 % Sb
Teile aus Buntmetall-/Schwermetallguss für Motoren und Antriebselemente	1 % Cu, 10 % Sn, 73,5 % Pb, 15,5 % Sb
Teile aus Buntmetall-/Schwermetallguss für sonstige Maschinenbauerzeugnisse	0,05 % Fe, 2 % Cu, 4 % Al, 0,05 % Mg, 93,9 % Zn
Teile aus Buntmetall-/Schwermetallguss für sonstige Verwendungszwecke	0,05 % Fe, 2 % Cu, 4 % Al, 0,05 % Mg, 93,9 % Zn
Herstellung sonstiger Gießereien	13 % Fe, 19 % Cu, 12 % Al, 2 % Mg, 14 % Zn, 2,5 % Sn, 14 % Pb, 0,1 % Ti, 1 % Mo, 0,1 % Co, 0,1 % W, 0,1 % Nb, 0,1 % V, 0,1 % Sb, 1 % FeNi25, 0,5 % FeCr68, 20 % Stahl (FE Anteil)

Tabelle 5: Unterstellter Erzbedarf in t je t Metall (gerundet)

Metall	Eisen- und Man- gan- erze	Kupfer- erze	Nickel- erze	Alumi- nium- erze (Bauxit)	Blei- erze	Zink- erze	Edelme- tallerze	andere Erze
Eisen	3	0	0	0	0	0	0	0
Blasstahl	3	0	0	0	0	0	0	0
FeNi25	-	-	89	-	-	-	-	-
FeCr68	0	0	0	0	0	0	0	4
Kupfer	0	112	3	0	0	0	0	9
Nickel	0	0	87	0	0	0	0	0
Chrom	0	0	0	3	0	0	0	6
Aluminium	0	0	0	6	0	0	0	0
Magnesium	0	0	0	0	0	0	0	0
Zink	0	0	0	0	0	7	-	0
Zinn	0	0	0	0	0	0	0	2
Blei	0	0	0	0	4	0	-	0
Titan	0	0	0	0	0	0	0	2
Molybdän	1	0	11	0	0	0	0	973
Kobalt	0	0	0	0	0	0	0	330
Wolfram	0	0	3	0	0	0	0	373
Niob	0	0	1	0	0	0	0	114
Vanadium	0	0	0	0	0	0	0	70
Antimon	-	-	-	-	-	-	-	1,4
Silber	2	27	12	1	0	0	6.542	137
Gold	80	1	1 575	62	0	20	729 108	51
Ruthium	1	0	3	16	0	0	154 884	0
Osmium	1	0	3	16	0	0	154 884	0
Rhodium	2	0	6	34	0	0	398 441	0
Iridium	1	0	3	16	0	0	154 884	0
Palladium	0	0	3	17	0	0	29 077	0
Platin	1	0	3	16	0	0	154 884	0

Übersicht 8: Schätzung des Aufkommens metallischer Sekundärrohstoffe

Metall	Methode zur Ermittlung des inländischen Sekundärrohstoffaufkommens, Quellen	Bewertung
Eisen, Mangan, Manganese	Eisenrecycling ist mit dem Stahlrecycling zusammengefasst. Eine getrennte Erfassung von Mangan kann auf Grund der Datenlage und des unterschiedlichen Auftretens von Mangan in den Produktionsprozessen nicht erfolgen.	siehe Stahl
Stahl	Die benötigten Angaben stammen aus der Schrottbilanz der Wirtschaftsvereinigung Stahl. Das angegebene nationale Stahlschrottaufkommen wird vermindert um die darin enthaltenen Mengen der Eisenvorlegierungen und weiterer Zuschlagsstoffe.	relativ zuverlässige Erfassung der gewonnenen Sekundärrohstoffe
Ferronickel, Nickel	<p>Sekundär-Ferronickel wird aus zwei Quellen berücksichtigt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>aus Stahlschrott es wird von einem Anteil von 2 % hochlegiertem Stahl im Stahlschrott ausgegangen, von dem 60 % zur Gewinnung von Eisenvorlegierungen (bzw. deren Ersatz) genutzt wird. Der Nickelanteil wird auf 8,2 % geschätzt.</li> <li>aus Altbatterien Quelle ist die Stiftung Gemeinsames Rücknahmesystem Batterien. Bei der gesammelten Tonnage NiCd Batterien wird von 15 % Ni, bei NiMH Batterien von 40 % Nickel ausgegangen. Es erfolgt anschließend eine Umrechnung auf die Handelssorte FeNi25 mit 25 % Nickel- und 75 % Eisenanteil. Eine gesonderte Erfassung eines Rein-Nickel (Class 1)-Recyclings erfolgt nicht.</li> </ol>	<p>Der aus Stahlschrott resultierende Anteil (ca. 98 %) ist durch Schätzungen mit Unsicherheiten behaftet. Die Schätzungen sind voraussichtlich eher konservativ</p> <p>Der aus Altbatterien resultierende Anteil basiert auf einer relativ fundierten Datenlage, hat aber bedingt durch die geringe Menge kaum Einfluss.</p>
Ferrochrom, Chrom	Ferrochrom wird analog dem Ferronickel aus Stahlschrott berücksichtigt. Es wird von einem Chromanteil von 18,8 % im hoch legierten Stahl ausgegangen und auf FeCr68 (68 %Chom sowie 32 % Eisen) umgerechnet. Ein gesondertes Rein-Chrom-Recycling ist unerheblich und wird nicht erfasst.	siehe Ferronickel aus Stahlschrott
Titan, Molybdän, Kobalt, Wolfram, Niob, Vanadium	<p>Eine Erfassung erfolgt analog zum Ferronickelrecycling aus hoch legiertem Stahlschrott. Dabei wird von folgenden Anteilen im hoch legiertem Stahlschrott ausgegangen:</p> <p>Ti: 0,01 % Mo: 0,02 % Co: 0,002 % W: 0,0001 % Nb: 0,001 %</p>	Die Schätzwerte für die hier aufgeführten typischen Stahlzuschlagsmetalle sind mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Die Schätzung des Edelstahlanteils sowie dessen Verwertungsquote als Eisenvorlegierung sind kon-

Metall	Methode zur Ermittlung des inländischen Sekundärrohstoffaufkommens, Quellen	Bewertung
	<p>V: 0,02 %</p> <p>Weitere gesicherte Angaben über andere Sekundärrohstoffquellen (u. a. aus anderen Legierungen) liegen nicht vor und können daher nicht berücksichtigt werden. Eine Umrechnung in Eisen vorlegierungen erfolgt aufgrund der geringen Mengen sowie der beschränkten Datenlage nicht.</p>	<p>servativ; die Anteile der einzelnen enthaltenen Metalle allerdings als eher spekulativ anzusehen. Eine Erfassung aus anderen Quellen (z. B. aus Titan-gusslegierungen) erfolgt nicht. Tendenziell wohl eher Untererfassung.</p>
Kupfer, Aluminium, Zink, Blei	<p>Das nationale Aufkommen wird geschätzt anhand der Daten der Metallstatistik der Wirtschaftsvereinigung Metalle. Saldiert wird die nationale Verwertung bereinigt um Im- und Exporte.</p>	<p>Die Datenlage ist vergleichsweise gut. Die Berücksichtigung erfolgt auf relativ validen Zahlen eines Branchenverbandes. Untererfassungen sind allerdings nicht auszuschließen.</p>
Zinn	<p>Das nationale Aufkommen wird geschätzt anhand der Daten der Abfallstatistik des Statistischen Bundesamtes (Fachserie 19 Reihe 1). Dabei wird auf das aus nationalen Quellen stammende und bei inländischen Verwertungsanlagen angelieferte Material mit dem Abfallschlüssel 160801 abgestellt.</p>	<p>Die Datenlage ist valide. Allerdings ist von Untererfassung auszugehen, da vermutlich weitere Recyclingwege bestehen, die auf Grund der Datenlage unberücksichtigt bleiben.</p>
Antimon	<p>Eine Erfassung und Berücksichtigung von Sekundärrohstoffen erfolgt auf Grund mangelnder Daten nicht.</p>	-
Magnesium	<p>End-of-Life-Recycling von Magnesium findet auf Grund von technischen Restriktionen praktisch nicht statt. Recycling von Reinmagnesiumabfällen (insb. aus der Industrie) ist möglich und wird auch praktiziert. Eine Erfassung und Berücksichtigung hiervon erfolgt allerdings auf Grund mangelnder Daten nicht. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass die anfallende Menge an Reinmagnesiumabfällen für die hier vorgenommenen Rechnungen kaum von Bedeutung ist.</p>	-
Silber	<p>Das Altsilberaufkommen wird aus drei Quellen berücksichtigt. Dabei muss in zwei Fällen auf Hilfsrechnungen zurückgegriffen werden. Für das aus Schmuck und ähnlichen Gütern resultierende Silber wird auf den Silberanteil der Produktion im aktuellen Jahr abgestellt und eine Recyclingquote von 95 %, basierend auf Expertenschätzungen, angenommen.</p> <p>Das aus industriellen Anlagegütern stammende</p>	<p>Die Datenlage für Altsilber aus Schmuck und Anlagegütern stellt hilfsweise auf Produktionsangaben der aktuellen Jahre sowie auf – international anerkannte – feste Recycling-Quotienten ab. Es ist daher davon auszugehen, dass teilweise</p>

Metall	Methode zur Ermittlung des inländischen Sekundärrohstoffaufkommens, Quellen	Bewertung												
	<p>Sekundärsilber wird auf vergleichbare Weise geschätzt. Hier wird von einer Quote von 50 % ausgegangen.</p> <p>Silber aus Altelektronik wird geschätzt, indem das Sammelaufkommen der Sammelgruppen 3+4 der „stiftung elektro-altgeräte register“ mit folgenden angenommenen Quotienten multipliziert wird:</p> <table border="1" data-bbox="387 584 1042 741"> <thead> <tr> <th></th> <th>PC</th> <th>Mobiltelefon</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Silber t/t</td> <td>0,0001765</td> <td>0,0025000</td> </tr> <tr> <td>Gold t/t</td> <td>0,0000388</td> <td>0,0002385</td> </tr> <tr> <td>Pd t/t</td> <td>0,0000141</td> <td>0,0000923</td> </tr> </tbody> </table> <p>Dabei werden die Quotienten für Mobiltelefone für Mobiltelefone und ähnliche Kommunikationsgeräte und die für PC für die übrigen Geräte der Kommunikations- und Unterhaltungselektronik verwandt.</p>		PC	Mobiltelefon	Silber t/t	0,0001765	0,0025000	Gold t/t	0,0000388	0,0002385	Pd t/t	0,0000141	0,0000923	<p>keine periodengerechte Zuordnung des Anfalls erfolgt. Eine potentielle Steuerungsmöglichkeit über Recyclinganteile kann auch nicht erfasst werden. Beim Anfall aus Altelektronik (ca. 20 %) ist die Datenlage besser, allerdings auch mit erheblichen Unsicherheiten bei der Schätzung (Silberanteil) behaftet. Insgesamt ist davon auszugehen, dass der erlangte Wert als eher spekulativ anzusehen ist.</p>
	PC	Mobiltelefon												
Silber t/t	0,0001765	0,0025000												
Gold t/t	0,0000388	0,0002385												
Pd t/t	0,0000141	0,0000923												
Gold	<p>Die Schätzung des Altgoldaufkommens erfolgt analog dem Silber aus den drei dort genannten Quellen. Hier wird von Recyclingquoten bei den industriellen Anlagegütern von 80 % bzw. 95 % bei Schmuck ausgegangen.</p>	siehe Silber.												
Ruthenium; Iridium	<p>Die Schätzung erfolgt analog dem beim Silber beschriebenen Verfahren – allerdings lediglich aus einer Quelle: Den industriellen Anlagegütern (angenommene Recyclingquote Ruthenium 50 %; Iridium 45 %)</p>	siehe Silber.												
Rhodium; Palladium; Platin	<p>Bei den verbleibenden drei Platingruppenmetallen erfolgt die Schätzung basierend auf drei Quellen. Der Anfall aus Schmuck und industriellen Anlagegütern erfolgt analog der Schätzung beim Silber (Schmuck: Rh 45 %, Pd 95 %; Pt 95 %; Anlagegüter jeweils 85 %).</p> <p>Das Aufkommen aus Alt-Kfz-Katalysatoren wird unter Zuhilfenahme der Abfallstatistik (Fachserie 19 Reihe 1), Abfallschlüssel 160801 geschätzt. Die Platinmetallanteile im Material werden mit Rh 0,015 %; Pd 0,07 % und Pt 0,12 % angenommen. Zusätzlich wird beim Palladium der in Altelektronik enthaltene Anteil mit einbezogen (siehe Silber).</p>	<p>Rhodium, Palladium und Platin aus Schmuck und Anlagegütern sowie Palladium aus Alt-Elektronik: siehe Silber.</p> <p>Das Aufkommen aus Alt-Kfz-Katalysatoren ist stark von den nicht gesicherten Anteilen der Platingruppenmetalle abhängig. Gleichzeitig ist hier davon auszugehen, dass über den Gebrauchtwagenexport erhebliche, nicht erfasste Mengen ins Ausland verbracht werden. Insgesamt ist die Schätzung als spekulativ anzusehen.</p>												

## 9 Literaturverzeichnis

- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. (jährlich). *Die Hochsee- und Küstenfischerei in der Bundesrepublik Deutschland, Bericht über die Anlandungen von Fischereierzeugnissen im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland durch deutsche und ausländische Fischereifahrzeuge*.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. (2012). *Deutsches Ressourceneffizienzprogramm - Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen*.
- Bundesregierung. (2002). *Perspektiven für Deutschland - Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung*.
- Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V. (jeweiliges Jahr). *Mineralische Bauabfälle - Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle*. Berlin.
- Buyny, Š., Klink, S., & Lauber, U. (2009). *Verbesserung von Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung, Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators*. Wiesbaden.
- Deutscher Naturschutzring. (2012). In European Commission Directorate General Environment, *Inputs received online to the consultation on 'Options for resource efficiency indicators' - Official stakeholder consultation 25 July – 22 October 2012*.
- Dittrich, M. (2007). *Weniger in Anspruch nehmen und gerechter verteilen. Ein Konzept für ein Handelssystem mit globaler Dematerialisierung und einer gerechter verteilten Ressourceninanspruchnahme als Zielsetzung*.
- Eisenmenger, N. (04 2001). Internationaler Handel und globale Umweltveränderungen. *Kurswechsel*.
- Europäische Union. (1996). *Verordnung (EG) Nr. 2223/96 des Rates vom 25. Juni 1996 zum System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen auf nationaler und regionaler Ebene in der Europäischen Gemeinschaft (ESVG95)*.
- Europäische Union. (2006). *Verordnung (EG) Nr. 1893/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 zur Aufstellung der statistischen Systematik der Wirtschaftszweige NACE Revision 2 und zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 3037/90 des Rates*. Luxemburg.
- Europäische Union. (2008). *Verordnung (EG) Nr. 451/2008 des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2008 zur Schaffung einer neuen statistischen Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen (CPA)*.
- Europäische Union. (2011). *Verordnung (EU) Nr. 691/2011 der Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 2011 über europäische umweltökonomische Gesamtrechnungen*.
- Europäische Union. (2013). *Verordnung (EU) Nr. 549/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2013 zum Europäischen System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen auf nationaler und regionaler Ebene in der Europäischen Union*.
- European Commission, Food and Agriculture Organization, International Monetary Fund, Organisation for Economic Cooperation and Development, United Nations, World Bank. (2012). *System of Environmental-Economic Accounting - Central Framework (SEEA-CF)*. European Commission, Food and Agriculture Organization, International Monetary Fund, Organisation for Economic Cooperation and Development, United Nations, World Bank.
- European Communities, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, United Nations, World Bank. (2009). *System of National Accounts 2008*



- (SNA2008). European Communities, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, United Nations, World Bank.
- European Resource Efficiency Platform. (2013). *Action for a resource efficient Europe*. European Resource Efficiency Platform, Brüssel.
- Femia, A., & Renato, M. (2013). XVIII London Group on Environmental Accounting Meeting. *On Raw Material Equivalents and their correct use in Resource Productivity (RP) indicators*.
- Helmut Mayer; Christine Flachmann; Marta Wachowiak; Petra Fehrentz. (2013). *Nachhaltiger Konsum: Entwicklung eines deutschen Indikatorenansatzes als Beitrag zu einer thematischen Erweiterung der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie*. Wiesbaden.
- IFEU. (2007). *Ermittlung und Bereitstellung von Koeffizienten zum Rohstoffeinsatz bei Importgütern*. Heidelberg.
- Manzel, K. (2011). Die Abfallgesamtrechnung in Deutschland (unveröffentlicht). (Statistisches Bundesamt, Hrsg.) *Wirtschaft und Statistik*.
- Maslow, A. (1943). A Theory of Human Motivation. *Psychological Review*(50), 370ff.
- Mayer, H., Flachmann, C., Wachowiak, M., & Fehrentz, P. (2013). Nachhaltiger Konsum: Entwicklung eines deutschen Indikatorenansatzes als Beitrag zu einer thematischen Erweiterung der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie.
- Nickel Institute. (kein Datum). *Where & Why Nickel is Used*. Abgerufen am 18. 08 2014 von <http://www.nickelinstitute.org/en/NickelUseInSociety/AboutNickel/WhereWhyNickelIsUsed.aspx>
- OECD. (2006). *Measuring material flows and resource productivity - OECD guidance manual* (Bd. Volume II. A theoretical framework for material flow accounts and their applications at national level). Paris.
- OECD. (2008). *Measuring material flows and resource productivity* (Bde. Volume II., The accounting framework). Paris.
- OECD. (2012). *Material Flow and Resource Productivity Indicators, Proposal for a set of OECD indicators*. Paris.
- Piradashvili, I. (02 2012). Berücksichtigung von sekundären Rohstoffen bei der Berechnung von indirekten Importen. *Wirtschaft und Statistik*, 166 ff.
- Schweinert, S. (2004). *Nationales Handbuch Materialkonto* (Bd. Band 13 der Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen). Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt. (2014). *Vorläufige Ergebnisse der Bevölkerungsfortschreibung auf Grundlage des Zensus 2011*. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen. (2011). *Waste Accounting in Germany - Possibilities and Limits*.
- Statistisches Bundesamt, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. (2014). *Fachserie 18 Reihe 1.5*. Wiesbaden.
- Tukker, A. (2006). *Environmental Impact of Products (EIPRO) - Analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25*. EU JRC.
- United Nations, European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, World Bank. (2012). *System of Environmental-Economic Accounting – Central Framework*.

United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development. (2003). *Handbook of National Accounting - Integrated Environmental and Economic Accounting 2003 (SEEA2003)*. United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development.

Wirtschaftsvereinigung Stahl. (kein Datum). *Stahlindustrie in Deutschland*. Abgerufen am 19. 08 2014 von <http://www.stahl-online.de/index.php/themen/wirtschaft/stahlindustrie-in-deutschland/>

# Anhang

# Rohstoffe für Deutschland

Bedarfsanalyse für Konsum, Investition und  
Export auf Makro- und Mesoebene  
**Tabellenband zum Projektbericht**



## Ausgabe 2014

Erscheinungsfolge: einmalig  
Rechenstand: 28.08.2014

Ihr Kontakt zu uns:  
[www.destatis.de/kontakt](http://www.destatis.de/kontakt)  
Telefon: +49 (0) 611 / 75 45 85

© Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2014

## Inhalt

**Einleitung**  
**Glossar**  
**Fußnoten**  
**Zeichenerklärung**

<b>A</b>	<b>Jahrestabellen</b>
A1	<i>Aufkommen und Verwendung nach Rohstoffgruppen</i>
A1-2000	Aufkommen und Verwendung von Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen 2000
A1-2008	Aufkommen und Verwendung von Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen 2008
A1-2009	Aufkommen und Verwendung von Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen 2009
A1-2010	Aufkommen und Verwendung von Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen 2010
A2	<i>Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) nach Gütergruppen</i>
A2-2000	Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) nach Gütergruppen 2000
A2-2008	Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) nach Gütergruppen 2008
A2-2009	Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) nach Gütergruppen 2009
A2-2010	Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) nach Gütergruppen 2010
A3	<i>Exporte in Rohstoffäquivalenten (Export<sub>RME</sub>) nach Gütergruppen</i>
A3-2000	Exporte in Rohstoffäquivalenten (Export <sub>RME</sub> ) nach Gütergruppen 2000
A3-2008	Exporte in Rohstoffäquivalenten (Export <sub>RME</sub> ) nach Gütergruppen 2008
A3-2009	Exporte in Rohstoffäquivalenten (Export <sub>RME</sub> ) nach Gütergruppen 2009
A3-2010	Exporte in Rohstoffäquivalenten (Export <sub>RME</sub> ) nach Gütergruppen 2010
<b>Z</b>	<b>Zeitreihen</b>
Z1	Importe in Rohstoffäquivalenten (Import <sub>RME</sub> ) nach Rohstoffgruppen und Jahren
Z2	Exporte in Rohstoffäquivalenten (Export <sub>RME</sub> ) nach Rohstoffgruppen und Jahren
Z3	Physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten (RTB) nach Rohstoffgruppen und Jahren
Z4	Erstmaliges Aufkommen in Rohstoffäquivalenten (RMI) nach Rohstoffgruppen und Jahren
Z5	Letzte inländische Rohstoffverwendung (RMC) nach Rohstoffgruppen und Jahren
Z6	Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) pro Kopf nach Rohstoffgruppen und Jahren
Z7	Konsum in Rohstoffäquivalenten pro Kopf nach Rohstoffgruppen und Jahren
Z8	Letzte inländische Verwendung (preisbereinigt) pro letzter inländischer Verwendung in Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen und Jahren
Z9	Konsumausgaben (preisbereinigt) pro Konsum in Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen und Jahren
Z10	Anlageinvestitionen (preisbereinigt) pro Anlageinvestitionen in Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen und Jahren

## Einleitung

Die Bundesregierung spricht sich dafür aus, Rohstoffe sparsam und effizient zu nutzen. Hierfür ist es unerlässlich, den Umfang der direkten und indirekten Rohstoffnutzung zu kennen und zu identifizieren, was diese Nutzung beeinflusst. Um dies zu ermitteln, haben die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt das Projekt "Evaluierung des Ressourcenverbrauchs - Ursachenanalyse und Entwicklung von Indikatoren auf Makro- und Mesoebene" (UFOPLAN FKZ 3711 12 102) durchgeführt, um das direkte und indirekte Rohstoffaufkommen sowie den Rohstoffbedarf für Konsum, Investition und Export in möglichst tiefer Gliederung darzustellen. Hierzu wird sich des Konzeptes der Rohstoffäquivalente bedient - d.h. alle Güter werden in den Rohstoffen ausgedrückt, die für ihre Produktion benötigt wurden. Für die Berücksichtigung der Sekundärrohstoffe sei an dieser Stelle auf den Eintrag "Sekundärrohstoffe" auf dem Tabellenblatt Glossar verwiesen.

In diesem Tabellenband sind die Ergebnisse für die Jahre 2000 und 2008, 2009, 2010 sowie teilweise auch 2011 dargestellt:

- ▶ Die Tabellenblätter A1 zeigen detaillierte Aufkommens- und Verwendungsinformationen nach Rohstoffen gegliedert für einzelne Jahre.
- ▶ Die Blätter A2 und A3 stellen für einzelne Jahre die Rohstoffinformationen nach Gütergruppen der letzten Verwendung (Inland bzw. Export) dar. Dabei ist bei der inländischen Verwendung zu beachten, dass die Zuordnung ausschließlich nach der letzten Verwendung erfolgt. Ist ein Gut Vorleistungsgut, so werden die Rohstoffäquivalente nur dem resultierenden Gut der letzten Verwendung zugerechnet und dort ausgewiesen.
- ▶ Auf den Blättern Z1,2,4 und 5 werden ausgewählte wichtige Kennziffern aus den Tabellenblättern A1 als Zeitreihe dargestellt.
- ▶ Die auf Tabellenblatt Z3 als Zeitreihe dargestellte physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten (RTB) drückt die massenmäßige Differenz zwischen Importen und Exporten jeweils in Rohstoffäquivalenten aus. Sie informiert darüber, ob und inwieweit die inländische Wirtschaft von Rohstoffimporten (roh oder bereits zu Halb- oder Fertigwaren verarbeitet) abhängig ist. Ein negativer Wert drückt aus, dass das inländische Aufkommen eines Rohstoffes (roh oder bereits zu Halb- oder Fertigwaren verarbeitet) den inländischen Bedarf für Konsum und Investitionen (RMC) übersteigt und dem Export dient.
- ▶ Um die letzte inländische Rohstoffverwendung bzw. den Konsum in Rohstoffäquivalenten besser international vergleichen zu können, sind auf den Tabellenblättern Z6 und Z7 die entsprechenden Absolutwerte auf die Einwohnerzahl des jeweiligen Jahres bezogen. Die Einwohnerdaten basieren dabei auf der Bevölkerungsfortschreibung vor Zensus 2011, da entsprechende rückgerechnete Ergebnisse für die Jahre vor 2010 zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Tabellenbandes noch nicht vorlagen.
- ▶ Auf den Tabellenblättern Z8,9 und 10 werden einzelne Kategorien der letzten Verwendung (inländisch, Konsum, Investitionen) monetär und in Rohstoffäquivalenten zueinander in Bezug gesetzt. Die monetären Größen wurden hierfür deflationiert, um Preiseffekte auszuschließen. Diese Zeitreihen geben Auskunft, wie sich im Zeitablauf der Bedarf der einzelnen Rohstoffe für die Deckung von Konsum- und Investitionsbedürfnissen verändert hat.



## Glossar

<b>CPA</b>	Statistische Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen (Statistical Classification of Products by Activity)
<b>Export<sub>RME</sub></b>	Der Export in Rohstoffäquivalenten umfasst den Export aller Güter, umgerechnet in das Gewicht der Rohstoffe, die zu ihrer Erstellung notwendig sind. Hierbei ist es unerheblich, ob diese im Inland entnommen oder bereits als Rohstoffäquivalente in den Importen enthalten waren.
<b>Import<sub>RME</sub></b>	Der Import in Rohstoffäquivalenten umfasst den Import aller Güter, umgerechnet in das Gewicht der Rohstoffe, die zu ihrer Erstellung notwendig sind. Hierbei wird das Herstellungsland nicht berücksichtigt, sondern für wenig verarbeitete Güter ein internationaler Durchschnitt zu Grunde gelegt. Für weiterverarbeitete Güter wird der "domestic-technology"-Ansatz verwendet: D.h. der Materialeinsatz in Rohstoffäquivalenten, der in Deutschland für die Erstellung eines entsprechenden Gutes notwendig gewesen wären. Eine Ausnahme bildet der direkte Import von elektrischer Energie. Hierbei werden die konkreten Produktionsbedingungen des jeweiligen Exportlandes berücksichtigt.
<b>inländische Entnahme</b>	Die inländischen Entnahme umfasst die Masse aller Rohstoffe, die aus der inländischen Umwelt entnommen werden um in der inländischen Wirtschaft genutzt (als intermediärer Input der Produktion oder zum direkten Konsum) oder exportiert zu werden.
<b>Physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten</b>	Die physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten (RTB) drückt die massenmäßige Differenz zwischen Importen und Exporten jeweils in Rohstoffäquivalenten aus. Sie informiert darüber, ob und inwieweit die inländische Wirtschaft von Rohstoffimporten (roh oder bereits zu Halb- oder Fertigwaren verarbeitet) abhängig ist. Ein negativer Wert drückt aus, dass das inländische Aufkommen eines Rohstoffes (roh oder bereits zu Halb- oder Fertigwaren verarbeitet) den inländischen Bedarf für Konsum und Investitionen (RMC) übersteigt und dem Export dient.
<b>RMC</b>	Raw Material Consumption - Die letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten ist, soweit nicht nach Gütergruppen bzw. Produktionsbereichen disaggregiert wird, rechnerisch der Raw Material Input abzüglich des Exportes in Rohstoffäquivalenten. Sie umfasst somit alle Rohstoffe, die für den inländischen Konsum und die inländischen Investitionen (Ausrüstungen und sonstige Anlagen, Bauten, Vorratsveränderungen und Nettozugang an Wertsachen) benötigt werden. Dementsprechend handelt es sich gemäß European System of National and Regional Accounts nicht um eine Verbrauchs- (Consumption) sondern um eine Verwendungsgröße (Use).
<b>RMI</b>	Raw Material Input - Das erstmalige Aufkommen in Rohstoffäquivalenten ist die Summe der inländischen Entnahme sowie der Importe in Rohstoffäquivalenten. Die Rohstoffäquivalente inländischer Vorleistungen gehen hierbei nicht erneut in diese Summenbildung ein. Das erstmalige Aufkommen in Rohstoffäquivalenten ist vom Betrag her identisch mit der letzten Verwendung in Rohstoffäquivalenten als Summe der letzten inländischen Verwendung in Rohstoffäquivalenten (siehe RMC) und des Exportes in Rohstoffäquivalenten. Diese aufkommens- bzw. verwendungsseitige Unterscheidung ist insbesondere bei einer Disaggregation nach Produktionsbereichen bzw. Gütergruppen relevant.
<b>Rohstoffe</b>	(Primär-)Rohstoffe sind natürlich vorkommende Stoffe tierischer, pflanzlicher oder mineralischer Art, die unmittelbar aus der Umwelt entnommen werden.
<b>Sekundärrohstoffe</b>	Sekundärrohstoffe werden analog zu allen anderen Gütern behandelt; d.h. ihnen wird ein entsprechendes Rohstoffäquivalent zugerechnet. Dieses Rohstoffäquivalent entspricht der Masse der durch die Nutzung des Sekundärrohstoffes eingesparten (primären) Rohstoffes. Für die bedeutenden Sekundärrohstoffe (Metallschrotte, Glas, Holz, Papier, mineralische Baustoffe) wird das Aufkommen dieser Einsparung als Abgang in der Kategorie "Vorratsveränderungen und Nettozugang an Wertsachen" (im Produktionsbereich 39, für die Baumineralien in den Produktionsbereichen 41 und 42) und ihre Verwendung in den jeweiligen Gütergruppen und Verwendungskategorien bilanziert. Bei allen anderen Sekundärrohstoffen führt deren Einsatz zu einer Verminderung des Rohstoffeinsatzes.

## Fußnoten

<sup>0</sup> Erze inkl. Gangart aber ohne Begleitsande

<sup>1</sup> auch zur nichtenergetischen Verwendung

<sup>2</sup> inkl. Torf

<sup>3</sup> Phosphate, Kalisalze und Kieserit

<sup>4</sup> inkl. Schwefel und sonstige mineralische Rohstoffe, ang.

<sup>5</sup> ohne schwere Sande zur Metallerzeugung (siehe Erze)

<sup>6</sup> inkl. Dolomit

<sup>7</sup> inkl. Anhydrid und Kreide

<sup>8</sup> ohne Quarzsande und andere Spezialsande

<sup>9</sup> inkl. Bentonit und Kaolin

<sup>10</sup> Fische aus Wildfang und sonstige Meerestiere (inkl. Muscheln aus Aquakultur)

<sup>11</sup> ohne Bodenaushub

<sup>12</sup> inkl. Sekundärrohstoffe (siehe Glossar)

<sup>13</sup> Konsum der privaten Haushalte, der privaten Organisationen ohne Erwerbszweck und des Staates

## Zeichenerklärung

- 0 weniger als die Hälfte von 1 in der letzten besetzten Stelle, jedoch mehr als nichts
  - nichts vorhanden (genau Null)
  - Zahlenwert unbekannt oder geheim zu halten
  - ... Angabe fällt später an
  - x Tabellenfach gesperrt, weil Aussage nicht sinnvoll
  - <sup>p</sup> vorläufig
- Mill. Millionen

**Tabelle A1: Aufkommen und Verwendung von Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen 2000**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	Rohstoffe	Erstmaliges Aufkommen (RM) bzw. letzte Verwendung									lfd. Nr.
		Insgesamt	und zwar								
			Aufkommen		letzte Verwendung					Export <sub>RME</sub>	
			incl. Entnahme	Import <sub>RME</sub>	Inländisch (RMC)						
zusammen	Konsum <sup>13</sup>	Ausrüstungen und sonstige Anlagen			Bauten	Vorrats- veränderungen und Nettozugang an Wertsachen <sup>12</sup>	Export <sub>RME</sub>				
1	<b>insgesamt</b>	2 642	1 198	1 443	1 509	806	139	747	- 184	1 132	1
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	2 284	952	1 332	1 275	580	135	735	- 175	1 009	2
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	740	0	740	142	106	86	53	- 103	598	3
4	dav.: Eisen- und Manganerze	273	0	273	47	48	39	24	- 64	226	4
5	Nichteisenerze	467	-	467	95	58	47	29	- 39	373	5
6	dar.: Kupfererze	256	-	256	60	32	27	20	- 20	197	6
7	Aluminiumerze (Bauxit)	27	-	27	6	4	3	1	- 4	21	7
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	678	224	454	407	335	34	39	- 2	271	8
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	198	171	27	122	103	8	10	0	76	9
10	Steinkohle	131	34	97	74	56	10	8	- 1	57	10
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	220	4	217	130	107	10	15	- 2	91	11
12	Erdgase	129	16	114	82	69	7	6	0	47	12
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	866	728	138	726	139	15	642	- 70	140	13
14	dav.: Düngemittelmineralien <sup>3</sup>	14	7	7	7	6	1	0	0	7	14
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	15	0	15	7	3	1	2	0	8	15
16	Natriumchlorid	30	15	16	12	9	1	1	0	18	16
17	Quarzsande <sup>5</sup>	24	15	8	14	7	1	8	- 1	10	17
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	146	97	50	104	30	6	67	1	43	18
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	610	572	38	566	78	5	554	- 71	43	19
20	Naturwerksteine	2	1	1	1	0	0	1	0	1	20
21	Tone <sup>9</sup>	25	17	8	15	6	1	8	1	10	21
22	<b>Biomasse zusammen</b>	357	246	111	234	226	4	13	- 9	123	22
23	dav.: aus Landwirtschaft	318	221	97	224	215	2	3	5	94	23
24	aus Forstwirtschaft	38	25	14	9	11	2	10	- 14	29	24
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	1	0	1	1	1	0	0	0	0	25

**Tabelle A1: Aufkommen und Verwendung von Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen 2008**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	Rohstoffe	Erstmaliges Aufkommen (RM) bzw. letzte Verwendung									lfd. Nr.
		Insgesamt	und zwar								
			Aufkommen		letzte Verwendung					Export <sub>RME</sub>	
			incl. Entnahme	Import <sub>RME</sub>	Inländisch (RMC)						
zusammen	Konsum <sup>13</sup>	Ausrüstungen und sonstige Anlagen			Bauten	Vorrats- veränderungen und Nettozugang an Wertsachen <sup>12</sup>					
1	<b>insgesamt</b>	2 748	1 071	1 677	1 318	755	119	612	- 169	1 430	1
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	2 311	808	1 503	1 059	514	114	596	- 165	1 252	2
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	780	0	780	75	83	70	36	- 113	705	3
4	dav.: Eisen- und Manganerze	262	0	262	27	35	30	18	- 57	235	4
5	Nichteisenerze	518	-	518	48	48	39	17	- 56	470	5
6	dar.: Kupfererze	223	-	223	19	22	18	10	- 30	203	6
7	Aluminiumerze (Bauxit)	36	-	36	5	5	4	1	- 5	31	7
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	792	212	580	425	351	33	29	12	367	8
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	204	178	26	109	93	7	8	1	95	9
10	Steinkohle	172	17	155	101	85	9	6	1	71	10
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	229	4	226	114	93	7	9	5	116	11
12	Erdgase	186	13	174	101	80	9	6	6	85	12
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	739	595	144	559	81	11	532	- 65	180	13
14	dav.: Düngemittelminerale <sup>3</sup>	20	8	12	6	4	1	1	0	14	14
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	22	9	13	9	4	1	3	1	13	15
16	Natriumchlorid	38	15	22	11	8	1	1	1	27	16
17	Quarzsande <sup>5</sup>	23	14	9	11	6	1	4	0	12	17
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	135	86	50	86	22	5	58	0	50	18
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	478	449	29	425	33	2	459	- 69	53	19
20	Naturwerksteine	2	1	1	1	0	0	1	0	1	20
21	Tone <sup>9</sup>	21	14	7	11	4	0	5	2	10	21
22	<b>Biomasse zusammen</b>	437	263	174	259	241	5	16	- 4	178	22
23	dav.: aus Landwirtschaft	364	237	127	234	217	3	3	12	130	23
24	aus Forstwirtschaft	72	27	46	24	23	3	13	- 15	48	24
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	1	0	1	1	1	0	0	0	0	25

**Tabelle A1: Aufkommen und Verwendung von Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen 2009**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	Rohstoffe	Erstmaliges Aufkommen (RM) bzw. letzte Verwendung									lfd. Nr.
		Insgesamt	und zwar								
			Aufkommen		letzte Verwendung					Export <sub>RME</sub>	
			incl. Entnahme	Import <sub>RME</sub>	Inländisch (RMC)						
zusammen	Konsum <sup>13</sup>	Ausrüstungen und sonstige Anlagen			Bauten	Vorrats- veränderungen und Nettozugang an Wertsachen <sup>12</sup>					
1	<b>insgesamt</b>	2 444	1 031	1 412	1 212	786	86	570	- 230	1 232	1
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	2 004	764	1 240	947	525	81	553	- 213	1 057	2
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	616	0	616	23	81	49	32	- 139	593	3
4	dav.: Eisen- und Manganerze	180	0	179	11	30	19	15	- 53	168	4
5	Nichteisenerze	437	-	437	12	51	30	17	- 86	425	5
6	dar.: Kupfererze	162	-	162	- 8	21	13	10	- 52	170	6
7	Aluminiumerze (Bauxit)	27	-	27	2	5	3	1	- 6	24	7
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	698	202	495	394	346	23	28	- 3	304	8
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	198	173	25	113	101	6	8	- 2	85	9
10	Steinkohle	141	14	128	87	77	6	6	- 2	54	10
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	213	3	210	109	92	6	9	2	105	11
12	Erdgase	145	12	133	84	75	5	5	- 2	61	12
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	690	561	129	530	98	9	493	- 70	160	13
14	dav.: Düngemittelmineralien <sup>3</sup>	13	4	9	5	4	0	0	0	9	14
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	18	8	10	8	4	1	3	0	10	15
16	Natriumchlorid	46	19	27	14	12	1	1	0	32	16
17	Quarzsande <sup>5</sup>	19	12	7	8	5	1	4	- 1	11	17
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	117	78	39	77	23	3	53	- 2	39	18
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	457	427	30	407	46	3	426	- 67	49	19
20	Naturwerksteine	1	1	1	1	0	0	1	0	1	20
21	Tone <sup>9</sup>	19	13	6	10	4	0	5	1	9	21
22	<b>Biomasse zusammen</b>	440	268	172	265	261	5	17	- 17	175	22
23	dav.: aus Landwirtschaft	370	245	126	239	235	2	3	- 2	132	23
24	aus Forstwirtschaft	68	23	45	25	24	3	14	- 16	43	24
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	1	0	1	1	1	0	0	0	0	25



**Tabelle A1: Aufkommen und Verwendung von Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen 2010**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	Rohstoffe	Erstmaliges Aufkommen (RM) bzw. letzte Verwendung									lfd. Nr.
		Insgesamt	und zwar								
			Aufkommen		letzte Verwendung					Export <sub>RME</sub>	
			incl. Entnahme	Import <sub>RME</sub>	Inländisch (RMC)						
zusammen	Konsum <sup>13</sup>	Ausrüstungen und sonstige Anlagen			Bauten	Vorrats- veränderungen und Nettozugang an Wertsachen <sup>12</sup>					
1	<b>insgesamt</b>	2 716	1 004	1 712	1 236	777	99	575	- 215	1 479	1
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	2 285	755	1 530	983	527	94	558	- 196	1 301	2
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	826	0	826	44	92	60	34	- 142	782	3
4	dav.: Eisen- und Manganerze	231	0	230	11	34	24	16	- 63	220	4
5	Nichteisenerze	595	-	595	33	58	36	18	- 79	562	5
6	dar.: Kupfererze	214	-	214	25	22	14	9	- 20	189	6
7	Aluminiumerze (Bauxit)	38	-	38	8	5	3	2	- 2	30	7
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	755	199	556	410	345	25	27	13	345	8
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	203	172	30	110	97	6	8	- 1	92	9
10	Steinkohle	165	13	152	96	82	8	6	0	69	10
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	215	3	211	110	87	5	8	9	105	11
12	Erdgase	172	11	162	94	78	6	5	5	78	12
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	704	556	148	529	91	9	496	- 67	175	13
14	dav.: Düngemittelmineralien <sup>3</sup>	21	7	14	7	6	0	1	0	14	14
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	24	10	14	11	5	1	4	1	13	15
16	Natriumchlorid	50	20	30	16	13	1	1	1	34	16
17	Quarzsande <sup>5</sup>	22	12	9	9	6	1	4	- 1	12	17
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	125	79	47	78	23	4	53	- 2	47	18
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	440	413	27	397	34	2	427	- 66	43	19
20	Naturwerksteine	1	1	1	1	0	0	1	0	1	20
21	Tone <sup>9</sup>	21	14	7	11	4	0	6	1	10	21
22	<b>Biomasse zusammen</b>	431	249	181	253	250	5	18	- 19	178	22
23	dav.: aus Landwirtschaft	353	223	130	223	222	2	3	- 4	130	23
24	aus Forstwirtschaft	76	26	50	29	27	3	15	- 16	47	24
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	1	0	1	1	1	0	0	0	0	25

**Tabelle A2: Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) nach Gütergruppen 2000**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	CPA	Gütergruppe	RMC						lfd. Nr.
			Insgesamt	biotisch	abiotisch				
					zusammen	Erze <sup>0</sup>	fossile Energieträger <sup>1</sup>	sonst. mineralische Rohstoffe <sup>11</sup>	
1	01-98	insgesamt	1 509	234	1 275	142	407	726	1
2	01,03,10-12	Landwirtschaft, Fischerei, Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse	245	184	61	7	33	22	2
3	02	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	3	3	0	0	0	0	3
4	05,06,19	Kohle, Erdöl, Erdgas, Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	90	1	89	2	87	1	4
5	07-09	Erze, Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugn. u. Dienstleistg.	3	0	3	0	1	2	5
6	13-15	Textilien, Bekleidung, Leder- und Lederwaren	20	2	18	3	10	5	6
7	16-18	Holz, Papier, Druck	8	1	7	1	4	1	7
8	20-22	Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse, Gummi- und Kunststoffwaren	29	4	25	4	15	6	8
9	23	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	9	0	9	0	4	5	9
10	24-25	Metall	32	0	32	23	6	2	10
11	26-27	Elektro	63	1	62	45	11	6	11
12	28	Maschinen	40	1	39	25	10	4	12
13	29-30	Fahrzeuge	92	2	90	58	22	10	13
14	31-32	Möbel und Waren a.n.g.	21	5	16	8	6	2	14
15	33	Reparatur, Instandh. u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen	6	0	6	3	2	1	15
16	35	Energieversorgung	64	3	61	2	57	3	16
17	36	Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung	4	0	4	0	3	0	17
18	37-39	Dienstleistg. d. Abwasser-, Abfallentsorg. u. Rückgewinnung	- 103	- 13	- 90	- 108	2	16	18
19	41-43	Bau	639	12	627	39	33	555	19
20	45-47	Handel	45	2	43	9	25	9	20
21	49-53	Verkehr	15	0	15	2	11	2	21
22	55-56	Beherbergungs- und Gastronomiedienstleistungen	26	12	14	2	9	4	22
23	58-60,64-82	Unternehmensdienstleistungen	71	2	69	6	14	48	23
24	61-63	Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistungen	5	0	5	1	2	1	24
25	84-98	persönliche Dienstleistungen	82	11	71	10	40	21	25

**Tabelle A2: Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) nach Gütergruppen 2008**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	CPA	Gütergruppe	RMC						lfd. Nr.
			Insgesamt	biotisch	abiotisch				
					zusammen	Erze <sup>0</sup>	fossile Energieträger <sup>1</sup>	sonst. mineralische Rohstoffe <sup>11</sup>	
1	01-98	insgesamt	1 318	259	1 059	75	425	559	1
2	01,03,10-12	Landwirtschaft, Fischerei, Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse	240	187	52	6	29	17	2
3	02	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	6	6	0	0	0	0	3
4	05,06,19	Kohle, Erdöl, Erdgas, Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	146	5	140	4	135	1	4
5	07-09	Erze, Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugn. u. Dienstleistg.	4	0	4	0	1	2	5
6	13-15	Textilien, Bekleidung, Leder- und Lederwaren	11	1	10	2	6	2	6
7	16-18	Holz, Papier, Druck	9	3	6	1	4	1	7
8	20-22	Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse, Gummi- und Kunststoffwaren	29	3	26	5	13	7	8
9	23	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	12	0	12	0	4	8	9
10	24-25	Metallerzeugnisse	30	0	30	22	6	2	10
11	26-27	Elektrische, elektronische und optische Erzeugnisse	39	1	37	25	9	4	11
12	28	Maschinen	40	1	39	25	10	3	12
13	29-30	Fahrzeuge	58	2	56	34	16	6	13
14	31-32	Möbel und Waren a.n.g.	18	5	14	7	5	1	14
15	33	Reparatur, Instandh. u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen	11	0	10	7	3	1	15
16	35	Energieversorgung	72	9	63	2	57	4	16
17	36	Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung	1	0	1	0	1	0	17
18	37-39	Dienstleistg. d. Abwasser-, Abfallentsorg. u. Rückgewinnung	- 110	- 16	- 94	- 115	1	20	18
19	41-43	Bau	506	15	491	25	24	442	19
20	45-47	Handel	36	4	32	6	21	5	20
21	49-53	Verkehr	18	1	17	2	13	1	21
22	55-56	Beherbergungs- und Gastronomiedienstleistungen	22	11	11	1	8	2	22
23	58-60,64-82	Unternehmensdienstleistungen	35	3	32	4	12	16	23
24	61-63	Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistungen	6	1	6	2	3	1	24
25	84-98	persönliche Dienstleistungen	78	14	64	9	43	12	25

**Tabelle A2: Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) nach Gütergruppen 2009**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	CPA	Gütergruppe	RMC						lfd. Nr.
			Insgesamt	biotisch	abiotisch				
					zusammen	Erze <sup>0</sup>	fossile Energieträger <sup>1</sup>	sonst. mineralische Rohstoffe <sup>11</sup>	
1	01-98	insgesamt	1 212	265	947	23	394	530	1
2	01,03,10-12	Landwirtschaft, Fischerei, Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse	243	191	51	6	28	18	2
3	02	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	6	6	0	0	0	0	3
4	05,06,19	Kohle, Erdöl, Erdgas, Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	122	4	118	2	115	1	4
5	07-09	Erze, Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugn. u. Dienstleistg.	4	0	4	0	1	3	5
6	13-15	Textilien, Bekleidung, Leder- und Lederwaren	11	1	10	2	5	2	6
7	16-18	Holz, Papier, Druck	9	3	6	1	4	1	7
8	20-22	Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse, Gummi- und Kunststoffwaren	27	3	23	5	12	6	8
9	23	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	7	0	7	0	2	4	9
10	24-25	Metallerzeugnisse	- 7	0	- 7	- 8	1	0	10
11	26-27	Elektrische, elektronische und optische Erzeugnisse	31	1	30	20	6	3	11
12	28	Maschinen	25	1	25	16	6	2	12
13	29-30	Fahrzeuge	54	2	52	30	16	6	13
14	31-32	Möbel und Waren a.n.g.	18	5	13	8	4	1	14
15	33	Reparatur, Instandh. u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen	6	0	6	4	2	1	15
16	35	Energieversorgung	80	11	69	2	62	4	16
17	36	Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung	1	0	1	0	1	0	17
18	37-39	Dienstleistg. d. Abwasser-, Abfallentsorg. u. Rückgewinnung	- 107	- 15	- 91	- 110	1	18	18
19	41-43	Bau	468	16	452	22	23	407	19
20	45-47	Handel	38	4	34	5	23	6	20
21	49-53	Verkehr	19	2	18	2	14	2	21
22	55-56	Beherbergungs- und Gastronomiedienstleistungen	21	10	11	1	8	2	22
23	58-60,64-82	Unternehmensdienstleistungen	46	3	43	5	13	25	23
24	61-63	Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistungen	7	1	6	2	3	1	24
25	84-98	persönliche Dienstleistungen	82	15	67	9	42	15	25

**Tabelle A2: Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) nach Gütergruppen 2010**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	CPA	Gütergruppe	RMC						lfd. Nr.
			Insgesamt	biotisch	abiotisch				
					zusammen	Erze <sup>0</sup>	fossile Energieträger <sup>1</sup>	sonst. mineralische Rohstoffe <sup>11</sup>	
1	01-98	insgesamt	1 236	253	983	44	410	529	1
2	01,03,10-12	Landwirtschaft, Fischerei, Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse	223	171	52	7	27	18	2
3	02	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	8	8	0	0	0	0	3
4	05,06,19	Kohle, Erdöl, Erdgas, Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	140	5	135	3	131	1	4
5	07-09	Erze, Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugn. u. Dienstleistg.	6	0	6	0	1	5	5
6	13-15	Textilien, Bekleidung, Leder- und Lederwaren	12	1	10	2	5	2	6
7	16-18	Holz, Papier, Druck	10	3	6	1	4	1	7
8	20-22	Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse, Gummi- und Kunststoffwaren	32	3	28	7	13	8	8
9	23	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	7	0	7	0	2	5	9
10	24-25	Metallerzeugnisse	- 6	1	- 7	- 12	5	0	10
11	26-27	Elektrische, elektronische und optische Erzeugnisse	37	1	36	25	7	3	11
12	28	Maschinen	31	1	30	20	7	3	12
13	29-30	Fahrzeuge	58	2	56	35	16	6	13
14	31-32	Möbel und Waren a.n.g.	20	5	15	9	4	1	14
15	33	Reparatur, Instandh. u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen	5	0	5	4	1	0	15
16	35	Energieversorgung	75	11	63	3	58	3	16
17	36	Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung	1	0	1	0	1	0	17
18	37-39	Dienstleistg. d. Abwasser-, Abfallentsorg. u. Rückgewinnung	- 113	- 15	- 97	- 114	2	15	18
19	41-43	Bau	477	17	460	23	22	414	19
20	45-47	Handel	40	5	35	8	22	5	20
21	49-53	Verkehr	19	2	17	2	14	1	21
22	55-56	Beherbergungs- und Gastronomiedienstleistungen	25	12	12	2	8	3	22
23	58-60,64-82	Unternehmensdienstleistungen	40	3	37	5	13	19	23
24	61-63	Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistungen	7	1	6	2	3	1	24
25	84-98	persönliche Dienstleistungen	82	15	67	11	43	13	25

**Tabelle A3: Exporte in Rohstoffäquivalenten (Export<sub>RME</sub>) nach Gütergruppen 2000**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	CPA	Gütergruppe	Export <sub>RME</sub>						lfd. Nr.
			Insgesamt	biotisch	abiotisch				
					zusammen	Erze <sup>0</sup>	fossile Energieträger <sup>1</sup>	sonst. mineralische Rohstoffe <sup>11</sup>	
1	01-98	insgesamt	1 132	123	1 009	598	271	140	1
2	01,03,10-12	Landwirtschaft, Fischerei, Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse	83	66	16	2	8	7	2
3	02	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	21	21	0	0	0	0	3
4	05,06,19	Kohle, Erdöl, Erdgas, Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	37	0	36	1	35	0	4
5	07-09	Erze, Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugn. u. Dienstleistg.	38	0	38	0	3	36	5
6	13-15	Textilien, Bekleidung, Leder- und Lederwaren	12	1	11	2	6	3	6
7	16-18	Holz, Papier, Druck	20	5	15	2	11	3	7
8	20-22	Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse, Gummi- und Kunststoffwaren	124	16	107	19	60	28	8
9	23	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	14	0	14	0	6	7	9
10	24-25	Metallerzeugnisse	430	1	429	372	38	19	10
11	26-27	Elektrische, elektronische und optische Erzeugnisse	87	2	85	61	16	8	11
12	28	Maschinen	71	1	69	44	18	7	12
13	29-30	Fahrzeuge	141	3	138	88	35	15	13
14	31-32	Möbel und Waren a.n.g.	9	2	7	4	3	1	14
15	33	Reparatur, Instandh. u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen	1	0	1	0	0	0	15
16	35	Energieversorgung	18	1	17	0	17	0	16
17	36	Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung	0	0	0	0	0	0	17
18	37-39	Dienstleistg. d. Abwasser-, Abfallentsorg. u. Rückgewinnung	1	0	1	0	0	1	18
19	41-43	Bau	1	0	1	0	0	0	19
20	45-47	Handel	9	0	8	1	5	2	20
21	49-53	Verkehr	9	0	9	1	7	2	21
22	55-56	Beherbergungs- und Gastronomiedienstleistungen	2	1	1	0	1	0	22
23	58-60,64-82	Unternehmensdienstleistungen	4	0	4	1	2	1	23
24	61-63	Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistungen	1	0	1	0	0	0	24
25	84-98	persönliche Dienstleistungen	0	0	0	0	0	0	25

**Tabelle A3: Exporte in Rohstoffäquivalenten (Export<sub>RME</sub>) nach Gütergruppen 2008**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	CPA	Gütergruppe	Export <sub>RME</sub>						lfd. Nr.
			Insgesamt	biotisch	abiotisch				
					zusammen	Erze <sup>0</sup>	fossile Energieträger <sup>1</sup>	sonst. mineralische Rohstoffe <sup>11</sup>	
1	01-98	insgesamt	1 430	178	1 252	705	367	180	1
2	01,03,10-12	Landwirtschaft, Fischerei, Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse	110	90	20	2	11	7	2
3	02	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	22	22	0	0	0	0	3
4	05,06,19	Kohle, Erdöl, Erdgas, Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	60	3	56	2	54	1	4
5	07-09	Erze, Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugn. u. Dienstleistg.	53	0	53	0	3	50	5
6	13-15	Textilien, Bekleidung, Leder- und Lederwaren	10	1	9	2	5	2	6
7	16-18	Holz, Papier, Druck	30	12	18	2	13	3	7
8	20-22	Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse, Gummi- und Kunststoffwaren	176	21	155	32	80	43	8
9	23	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	19	1	19	1	7	11	9
10	24-25	Metallerzeugnisse	521	3	517	448	47	22	10
11	26-27	Elektrische, elektronische und optische Erzeugnisse	86	3	83	56	19	8	11
12	28	Maschinen	98	3	95	61	26	9	12
13	29-30	Fahrzeuge	149	5	144	86	43	15	13
14	31-32	Möbel und Waren a.n.g.	14	4	10	6	4	1	14
15	33	Reparatur, Instandh. u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen	1	0	1	1	0	0	15
16	35	Energieversorgung	34	5	29	2	25	2	16
17	36	Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung	0	0	0	0	0	0	17
18	37-39	Dienstleistg. d. Abwasser-, Abfallentsorg. u. Rückgewinnung	2	0	1	0	0	1	18
19	41-43	Bau	0	0	0	0	0	0	19
20	45-47	Handel	11	1	10	2	7	1	20
21	49-53	Verkehr	23	1	21	2	18	2	21
22	55-56	Beherbergungs- und Gastronomiedienstleistungen	2	1	1	0	1	0	22
23	58-60,64-82	Unternehmensdienstleistungen	7	1	6	1	4	1	23
24	61-63	Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistungen	1	0	1	0	1	0	24
25	84-98	persönliche Dienstleistungen	0	0	0	0	0	0	25



**Tabelle A3: Exporte in Rohstoffäquivalenten (Export<sub>RME</sub>) nach Gütergruppen 2009**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	CPA	Gütergruppe	Export <sub>RME</sub>						lfd. Nr.
			Insgesamt	biotisch	abiotisch				
					zusammen	Erze <sup>0</sup>	fossile Energieträger <sup>1</sup>	sonst. mineralische Rohstoffe <sup>11</sup>	
1	01-98	insgesamt	1 232	175	1 057	593	304	160	1
2	01,03,10-12	Landwirtschaft, Fischerei, Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse	113	93	20	2	11	8	2
3	02	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	19	19	0	0	0	0	3
4	05,06,19	Kohle, Erdöl, Erdgas, Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	49	3	46	1	45	1	4
5	07-09	Erze, Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugn. u. Dienstleistg.	47	0	47	0	2	44	5
6	13-15	Textilien, Bekleidung, Leder- und Lederwaren	10	1	9	2	5	2	6
7	16-18	Holz, Papier, Druck	27	11	16	1	11	3	7
8	20-22	Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse, Gummi- und Kunststoffwaren	170	22	148	32	75	42	8
9	23	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	16	1	16	1	6	10	9
10	24-25	Metallerzeugnisse	448	3	444	394	33	17	10
11	26-27	Elektrische, elektronische und optische Erzeugnisse	71	3	68	47	15	7	11
12	28	Maschinen	72	3	70	44	19	7	12
13	29-30	Fahrzeuge	103	4	99	57	31	11	13
14	31-32	Möbel und Waren a.n.g.	14	4	10	6	3	1	14
15	33	Reparatur, Instandh. u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen	1	0	1	1	0	0	15
16	35	Energieversorgung	32	5	27	2	22	3	16
17	36	Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung	0	0	0	0	0	0	17
18	37-39	Dienstleistg. d. Abwasser-, Abfallentsorg. u. Rückgewinnung	1	0	1	0	0	1	18
19	41-43	Bau	0	0	0	0	0	0	19
20	45-47	Handel	8	1	7	1	5	1	20
21	49-53	Verkehr	19	1	18	1	16	2	21
22	55-56	Beherbergungs- und Gastronomiedienstleistungen	2	1	1	0	1	0	22
23	58-60,64-82	Unternehmensdienstleistungen	7	1	6	1	4	1	23
24	61-63	Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistungen	1	0	1	0	1	0	24
25	84-98	persönliche Dienstleistungen	0	0	0	0	0	0	25

**Tabelle A3: Exporte in Rohstoffäquivalenten (Export<sub>RME</sub>) nach Gütergruppen 2010**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	CPA	Gütergruppe	Export <sub>RME</sub>						lfd. Nr.
			Insgesamt	biotisch	abiotisch				
					zusammen	Erze <sup>0</sup>	fossile Energieträger <sup>1</sup>	sonst. mineralische Rohstoffe <sup>11</sup>	
1	01-98	insgesamt	1 479	178	1 301	782	345	175	1
2	01,03,10-12	Landwirtschaft, Fischerei, Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse	110	88	22	3	11	9	2
3	02	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	18	18	0	0	0	0	3
4	05,06,19	Kohle, Erdöl, Erdgas, Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	50	3	47	2	45	1	4
5	07-09	Erze, Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugn. u. Dienstleistg.	44	0	44	0	3	42	5
6	13-15	Textilien, Bekleidung, Leder- und Lederwaren	11	1	9	2	5	2	6
7	16-18	Holz, Papier, Druck	31	13	18	2	13	3	7
8	20-22	Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse, Gummi- und Kunststoffwaren	199	23	176	44	84	49	8
9	23	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	19	1	18	1	6	11	9
10	24-25	Metallerzeugnisse	582	4	577	514	43	21	10
11	26-27	Elektrische, elektronische und optische Erzeugnisse	87	3	84	60	17	7	11
12	28	Maschinen	89	3	87	58	22	7	12
13	29-30	Fahrzeuge	136	5	131	80	38	13	13
14	31-32	Möbel und Waren a.n.g.	15	4	11	7	3	1	14
15	33	Reparatur, Instandh. u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen	2	0	2	1	0	0	15
16	35	Energieversorgung	41	8	33	3	27	2	16
17	36	Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung	0	0	0	0	0	0	17
18	37-39	Dienstleistg. d. Abwasser-, Abfallentsorg. u. Rückgewinnung	2	0	1	0	0	1	18
19	41-43	Bau	0	0	0	0	0	0	19
20	45-47	Handel	11	1	9	2	6	1	20
21	49-53	Verkehr	23	2	22	2	18	2	21
22	55-56	Beherbergungs- und Gastronomiedienstleistungen	2	1	1	0	1	0	22
23	58-60,64-82	Unternehmensdienstleistungen	7	1	6	1	4	1	23
24	61-63	Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistungen	2	0	1	0	1	0	24
25	84-98	persönliche Dienstleistungen	0	0	0	0	0	0	25

**Tabelle Z1: Importe in Rohstoffäquivalenten (Import<sub>RME</sub>) nach Rohstoffgruppen und Jahren**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	Rohstoffe	2000	2008	2009	2010	2011	lfd. Nr.
1	<b>insgesamt</b>	1 443	1 677	1 412	1 712	1563 <sup>P</sup>	1
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	1 332	1 503	1 240	1 530	1396 <sup>P</sup>	2
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	740	780	616	826	...	3
4	dav.: Eisen- und Manganerze	273	262	179	230	...	4
5	Nichteisenerze	467	518	437	595	...	5
6	dar.: Kupfererze	256	223	162	214	...	6
7	Aluminiumerze (Bauxit)	27	36	27	38	...	7
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	454	580	495	556	...	8
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	27	26	25	30	...	9
10	Steinkohle	97	155	128	152	...	10
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	217	226	210	211	...	11
12	Erdgase	114	174	133	162	...	12
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	138	144	129	148	...	13
14	dav.: Düngemittelminerale <sup>3</sup>	7	12	9	14	...	14
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	15	13	10	14	...	15
16	Natriumchlorid	16	22	27	30	...	16
17	Quarzsande <sup>5</sup>	8	9	7	9	...	17
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	50	50	39	47	...	18
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	38	29	30	27	...	19
20	Naturwerksteine	1	1	1	1	...	20
21	Tone <sup>9</sup>	8	7	6	7	...	21
22	<b>Biomasse zusammen</b>	111	174	172	181	167 <sup>P</sup>	22
23	dav.: aus Landwirtschaft	97	127	126	130	...	23
24	aus Forstwirtschaft	14	46	45	50	...	24
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	1	1	1	1	...	25

**Tabelle Z2: Exporte in Rohstoffäquivalenten (Export<sub>RME</sub>) nach Rohstoffgruppen und Jahren**

Mill. Tonnen

lfd. Nr.	Rohstoffe	2000	2008	2009	2010	2011	lfd. Nr.
1	<b>insgesamt</b>	1 132	1 430	1 232	1 479	1 462 <sup>P</sup>	1
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	1 009	1 252	1 057	1 301	1 285 <sup>P</sup>	2
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	598	705	593	782	...	3
4	dav.: Eisen- und Manganerze	226	235	168	220	...	4
5	Nichteisenerze	373	470	425	562	...	5
6	dar.: Kupfererze	197	203	170	189	...	6
7	Aluminiumerze (Bauxit)	21	31	24	30	...	7
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	271	367	304	345	...	8
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	76	95	85	92	...	9
10	Steinkohle	57	71	54	69	...	10
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	91	116	105	105	...	11
12	Erdgase	47	85	61	78	...	12
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	140	180	160	175	...	13
14	dav.: Düngemittelmineralien <sup>3</sup>	7	14	9	14	...	14
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	8	13	10	13	...	15
16	Natriumchlorid	18	27	32	34	...	16
17	Quarzsande <sup>5</sup>	10	12	11	12	...	17
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	43	50	39	47	...	18
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	43	53	49	43	...	19
20	Naturwerksteine	1	1	1	1	...	20
21	Tone <sup>9</sup>	10	10	9	10	...	21
22	<b>Biomasse zusammen</b>	123	178	175	178	178 <sup>P</sup>	22
23	dav.: aus Landwirtschaft	94	130	132	130	...	23
24	aus Forstwirtschaft	29	48	43	47	...	24
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	0	0	0	0	...	25

**Tabelle Z3: Physische Handelsbilanz in Rohstoffäquivalenten (RTB) nach Rohstoffgruppen und Jahren**  
 Mill. Tonnen

lfd. Nr.	Rohstoffe	2000	2008	2009	2010	2011	lfd. Nr.
1	<b>insgesamt</b>	311	247	180	232	100 <sup>P</sup>	1
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	323	251	183	229	111 <sup>P</sup>	2
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	141	75	23	44	...	3
4	dav.: Eisen- und Manganerze	47	27	11	11	...	4
5	Nichteisenerze	95	48	12	33	...	5
6	dar.: Kupfererze	60	19	-8	25	...	6
7	Aluminiumerze (Bauxit)	6	5	2	8	...	7
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	183	213	191	211	...	8
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	-50	-69	-60	-62	...	9
10	Steinkohle	40	84	74	83	...	10
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	126	110	105	106	...	11
12	Erdgase	66	88	72	84	...	12
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	-1	-36	-31	-26	...	13
14	dav.: Düngemittelmineralien <sup>3</sup>	0	-2	0	0	...	14
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	2	0	0	1	...	15
16	Natriumchlorid	-2	-4	-5	-4	...	16
17	Quarzsande <sup>5</sup>	-1	-3	-4	-3	...	17
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	7	0	0	-1	...	18
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	-6	-24	-19	-17	...	19
20	Naturwerksteine	1	0	0	0	...	20
21	Tone <sup>9</sup>	-2	-4	-3	-3	...	21
22	<b>Biomasse zusammen</b>	-12	-5	-3	4	-11 <sup>P</sup>	22
23	dav.: aus Landwirtschaft	3	-3	-6	0	...	23
24	aus Forstwirtschaft	-15	-2	2	3	...	24
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	0	1	1	1	...	25

**Tabelle Z4: Erstmaliges Aufkommen in Rohstoffäquivalenten (RMI) nach Rohstoffgruppen und Jahren**  
 Mill. Tonnen

lfd. Nr.	Rohstoffe	2000	2008	2009	2010	2011	lfd. Nr.
1	<b>insgesamt</b>	2 642	2 748	2 444	2 716	2 662 <sup>P</sup>	1
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	2 284	2 311	2 004	2 285	2 212 <sup>P</sup>	2
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	740	780	616	826	...	3
4	dav.: Eisen- und Manganerze	273	262	180	231	...	4
5	Nichteisenerze	467	518	437	595	...	5
6	dar.: Kupfererze	256	223	162	214	...	6
7	Aluminiumerze (Bauxit)	27	36	27	38	...	7
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	678	792	698	755	...	8
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	198	204	198	203	...	9
10	Steinkohle	131	172	141	165	...	10
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	220	229	213	215	...	11
12	Erdgase	129	186	145	172	...	12
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	866	739	690	704	...	13
14	dav.: Düngemittelminerale <sup>3</sup>	14	20	13	21	...	14
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	15	22	18	24	...	15
16	Natriumchlorid	30	38	46	50	...	16
17	Quarzsande <sup>5</sup>	24	23	19	22	...	17
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	146	135	117	125	...	18
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	610	478	457	440	...	19
20	Naturwerksteine	2	2	1	1	...	20
21	Tone <sup>9</sup>	25	21	19	21	...	21
22	<b>Biomasse zusammen</b>	357	437	440	431	450 <sup>P</sup>	22
23	dav.: aus Landwirtschaft	318	364	370	353	...	23
24	aus Forstwirtschaft	38	72	68	76	...	24
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	1	1	1	1	...	25

**Tabelle Z5: Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) nach Rohstoffgruppen und Jahren**  
 Mill. Tonnen

lfd. Nr.	Rohstoffe	2000	2008	2009	2010	2011	lfd. Nr.
1	<b>insgesamt</b>	1 509	1 318	1 212	1 236	1 200 <sup>P</sup>	1
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	1 275	1 059	947	983	928 <sup>P</sup>	2
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	142	75	23	44	...	3
4	dav.: Eisen- und Manganerze	47	27	11	11	...	4
5	Nichteisenerze	95	48	12	33	...	5
6	dar.: Kupfererze	60	19	- 8	25	...	6
7	Aluminiumerze (Bauxit)	6	5	2	8	...	7
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	407	425	394	410	...	8
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	122	109	113	110	...	9
10	Steinkohle	74	101	87	96	...	10
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	130	114	109	110	...	11
12	Erdgase	82	101	84	94	...	12
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	726	559	530	529	...	13
14	dav.: Düngemittelminerale <sup>3</sup>	7	6	5	7	...	14
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	7	9	8	11	...	15
16	Natriumchlorid	12	11	14	16	...	16
17	Quarzsande <sup>5</sup>	14	11	8	9	...	17
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	104	86	77	78	...	18
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	566	425	407	397	...	19
20	Naturwerksteine	1	1	1	1	...	20
21	Tone <sup>9</sup>	15	11	10	11	...	21
22	<b>Biomasse zusammen</b>	234	259	265	253	272 <sup>P</sup>	22
23	dav.: aus Landwirtschaft	224	234	239	223	...	23
24	aus Forstwirtschaft	9	24	25	29	...	24
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	1	1	1	1	...	25



**Tabelle Z6: Letzte inländische Verwendung in Rohstoffäquivalenten (RMC) pro Kopf nach Rohstoffgruppen und Jahren**  
 Tonnen

lfd. Nr.	Rohstoffe	2000	2008	2009	2010	2011	lfd. Nr.
1	<b>insgesamt</b>	18,3	16,1	14,8	15,1	14,7 <sup>P</sup>	
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	15,5	12,9	11,6	12,0	11,3 <sup>P</sup>	
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	1,7	0,9	0,3	0,5	...	
4	dav.: Eisen- und Manganerze	0,6	0,3	0,1	0,1	...	
5	Nichteisenerze	1,1	0,6	0,1	0,4	...	
6	dar.: Kupfererze	0,7	0,2	-0,1	0,3	...	
7	Aluminiumerze (Bauxit)	0,1	0,1	0,0	0,1	...	
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	4,9	5,2	4,8	5,0	...	
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	1,5	1,3	1,4	1,3	...	
10	Steinkohle	0,9	1,2	1,1	1,2	...	
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	1,6	1,4	1,3	1,3	...	
12	Erdgase	1,0	1,2	1,0	1,2	...	
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	8,8	6,8	6,5	6,5	...	
14	dav.: Düngemittelmineralien <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	...	
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	...	
16	Natriumchlorid	0,1	0,1	0,2	0,2	...	
17	Quarzsande <sup>5</sup>	0,2	0,1	0,1	0,1	...	
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	1,3	1,0	0,9	1,0	...	
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	6,9	5,2	5,0	4,9	...	
20	Naturwerksteine	0,0	0,0	0,0	0,0	...	
21	Tone <sup>9</sup>	0,2	0,1	0,1	0,1	...	
22	<b>Biomasse zusammen</b>	2,8	3,2	3,2	3,1	3,3 <sup>P</sup>	
23	dav.: aus Landwirtschaft	2,7	2,8	2,9	2,7	...	
24	aus Forstwirtschaft	0,1	0,3	0,3	0,4	...	
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	0,0	0,0	0,0	0,0	...	

**Tabelle Z7: Konsum<sup>13</sup> in Rohstoffäquivalenten pro Kopf nach Rohstoffgruppen und Jahren**

Tonnen

lfd. Nr.	Rohstoffe	2000	2008	2009	2010	2011	lfd. Nr.
1	<b>insgesamt</b>	9,8	9,2	9,6	9,5	...	
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	7,1	6,3	6,4	6,4	...	
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	1,3	1,0	1,0	1,1	...	
4	dav.: Eisen- und Manganerze	0,6	0,4	0,4	0,4	...	
5	Nichteisenerze	0,7	0,6	0,6	0,7	...	
6	dar.: Kupfererze	0,4	0,3	0,3	0,3	...	
7	Aluminiumerze (Bauxit)	0,1	0,1	0,1	0,1	...	
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	4,1	4,3	4,2	4,2	...	
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	1,2	1,1	1,2	1,2	...	
10	Steinkohle	0,7	1,0	0,9	1,0	...	
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	1,3	1,1	1,1	1,1	...	
12	Erdgase	0,8	1,0	0,9	1,0	...	
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	1,7	1,0	1,2	1,1	...	
14	dav.: Düngemittelmineralien <sup>3</sup>	0,1	0,0	0,0	0,1	...	
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	0,0	0,0	0,0	0,1	...	
16	Natriumchlorid	0,1	0,1	0,1	0,2	...	
17	Quarzsande <sup>5</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	...	
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	0,4	0,3	0,3	0,3	...	
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	1,0	0,4	0,6	0,4	...	
20	Naturwerksteine	0,0	0,0	0,0	0,0	...	
21	Tone <sup>9</sup>	0,1	0,0	0,0	0,1	...	
22	<b>Biomasse zusammen</b>	2,7	2,9	3,2	3,1	...	
23	dav.: aus Landwirtschaft	2,6	2,6	2,9	2,7	...	
24	aus Forstwirtschaft	0,1	0,3	0,3	0,3	...	
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	0,0	0,0	0,0	0,0	...	

**Tabelle Z8: Letzte inländische Verwendung (preisbereinigt) pro letzter inländischer Verwendung in Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen und Jahren  
2000 = 100**

lfd. Nr.	Rohstoffe	2000	2008	2009	2010	2011	lfd. Nr.
1	<b>insgesamt</b>	100	119	126	127	134 <sup>P</sup>	1
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	100	125	137	135	147 <sup>P</sup>	2
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	100	196	617	336	...	3
4	dav.: Eisen- und Manganerze	100	180	425	440	...	4
5	Nichteisenerze	100	204	798	300	...	5
6	dar.: Kupfererze	100	318	x	247	...	6
7	Aluminiumerze (Bauxit)	100	114	233	74	...	7
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	100	100	105	103	...	8
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	100	116	109	114	...	9
10	Steinkohle	100	76	86	80	...	10
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	100	118	121	123	...	11
12	Erdgase	100	84	99	90	...	12
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	100	135	139	143	...	13
14	dav.: Düngemittelminerale <sup>3</sup>	100	122	148	102	...	14
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	100	78	85	66	...	15
16	Natriumchlorid	100	117	92	80	...	16
17	Quarzsande <sup>5</sup>	100	140	176	156	...	17
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	100	126	136	138	...	18
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	100	138	141	148	...	19
20	Naturwerksteine	100	131	211	201	...	20
21	Tone <sup>9</sup>	100	146	153	144	...	21
22	<b>Biomasse zusammen</b>	100	94	90	96	92 <sup>P</sup>	22
23	dav.: aus Landwirtschaft	100	100	95	104	...	23
24	aus Forstwirtschaft	100	39	37	33	...	24
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	100	76	74	77	...	25

**Tabelle Z9: Konsumausgaben (preisbereinigt) pro Konsum in Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen und Jahren<sup>13</sup>**  
 2000 = 100

lfd. Nr.	Rohstoffe	2000	2008	2009	2010	2011	lfd. Nr.
1	<b>insgesamt</b>	100	111	108	110	...	1
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	100	118	116	117	...	2
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	100	133	137	122	...	3
4	dav.: Eisen- und Manganerze	100	143	168	150	...	4
5	Nichteisenerze	100	126	119	106	...	5
6	dar.: Kupfererze	100	156	158	155	...	6
7	Aluminiumerze (Bauxit)	100	100	102	87	...	7
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	100	100	102	103	...	8
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	100	115	106	112	...	9
10	Steinkohle	100	69	76	72	...	10
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	100	121	122	130	...	11
12	Erdgase	100	90	96	94	...	12
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	100	180	149	163	...	13
14	dav.: Düngemittelminerale <sup>3</sup>	100	142	145	105	...	14
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	100	91	96	75	...	15
16	Natriumchlorid	100	120	86	77	...	16
17	Quarzsande <sup>5</sup>	100	134	141	130	...	17
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	100	140	134	135	...	18
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	100	246	176	247	...	19
20	Naturwerksteine	100	171	265	297	...	20
21	Tone <sup>9</sup>	100	163	147	138	...	21
22	<b>Biomasse zusammen</b>	100	98	91	96	...	22
23	dav.: aus Landwirtschaft	100	103	96	103	...	23
24	aus Forstwirtschaft	100	48	46	42	...	24
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	100	79	74	75	...	25

**Tabelle Z10: Anlageinvestitionen (preisbereinigt) pro Anlageinvestitionen in Rohstoffäquivalenten nach Rohstoffgruppen und Jahren**  
 2000 = 100

lfd. Nr.	Rohstoffe	2000	2008	2009	2010	2011	lfd. Nr.
1	<b>insgesamt</b>	100	125	124	127	...	1
2	<b>insgesamt abiotisch</b>	100	127	126	129	...	2
3	<b>Erze zusammen<sup>0</sup></b>	100	136	157	143	...	3
4	dav.: Eisen- und Manganerze	100	136	169	152	...	4
5	Nichteisenerze	100	140	148	137	...	5
6	dar.: Kupfererze	100	177	189	195	...	6
7	Aluminiumerze (Bauxit)	100	98	113	93	...	7
8	<b>fossile Energieträger zusammen<sup>1</sup></b>	100	123	131	135	...	8
9	dav.: Braunkohle <sup>2</sup>	100	126	119	126	...	9
10	Steinkohle	100	122	139	129	...	10
11	Erdöl, Erdgaskondensate, Flüssigerdgas	100	152	149	176	...	11
12	Erdgase	100	89	113	105	...	12
13	<b>sonst. mineralische Rohstoffe<sup>11</sup></b>	100	125	120	126	...	13
14	dav.: Düngemittelminerale <sup>3</sup>	100	74	131	90	...	14
15	Chemische Mineralien <sup>4</sup>	100	82	71	58	...	15
16	Natriumchlorid	100	127	102	109	...	16
17	Quarzsande <sup>5</sup>	100	168	182	162	...	17
18	Kalkstein <sup>6</sup> , Gips <sup>7</sup>	100	120	119	126	...	18
19	Sand <sup>8</sup> , Kies, gebrochene Natursteine	100	126	119	126	...	19
20	Naturwerksteine	100	136	178	166	...	20
21	Tone <sup>9</sup>	100	170	147	141	...	21
22	<b>Biomasse zusammen</b>	100	82	73	72	...	22
23	dav.: aus Landwirtschaft	100	101	89	94	...	23
24	aus Forstwirtschaft	100	76	67	66	...	24
25	aus Fischerei <sup>10</sup> und Jagd	100	86	90	85	...	25