

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

Projekt im Auftrag des BMBF



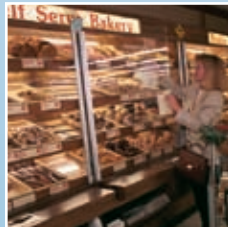
Identifikation prioritärer Handlungsfelder für die Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Ressourcenproduktivität in Deutschland

Projekt Ergebnisse

Wuppertal, Mai 2007

Bearbeitet von:

Dipl.-Wirt.-Ing. José Acosta-Fernández



Projektlaufzeit: 07/2005 – 06/2007

Projektleitung:

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

42103 Wuppertal, Döppersberg 19

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

E-Mail: raimund.bleischwitz@wupperinst.org
kora.kristof@wupperinst.org

Weitere Informationen zum Projekt „Steigerung der Ressourcenproduktivität
als Kernstrategie einer nachhaltigen Entwicklung“
finden Sie unter www.ressourcenproduktivitaet.de

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



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



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

Inhaltsverzeichnis

1 Ressourcenproduktivitätsprojekt – der Hintergrund	7
1.1 Aufgabenstellung	8
1.2 Vorgehensweise und Aufbau der Untersuchung	8
2 Datenbasis der Untersuchung	11
3 Methodische Grundlagen der Untersuchung	12
3.1 Die Outputkoeffizienten und Inputkoeffizienten	12
3.2 Offenes statisches Input-Output-Modell und Koeffizienten der Leontief-Inverse	13
3.3 Verknüpfung der Ergebnisse des statischen offenen Modells mit politisch relevanten Größen	14
3.4 Triangulation der Verflechtungsmatrix der direkten und indirekten Effekte der sektoralen Endnachfrageproduktion auf exogene Größen	16
3.5 Direkte und indirekte Vor- und Rückwärtsauswirkung der intersektoralen Verflechtung – Ansatz der hypothetischen Extraktionsmethode	18
4 Ermittlung der Auswirkung der Produktion für die letzte Verwendung auf den Ressourcenverbrauch	21
4.1 Produktionsbezogener Globaler Materialaufwand der deutschen Wirtschaft - Veränderung zwischen 1991 und 2000	22
4.2 Direkte TMR - Intensität der produzierten Güter- und Dienstleistungsgruppen durch die deutsche Wirtschaft - Veränderung zwischen 1991 und 2000	25
4.3 Direkte und indirekte TMR-Intensität der produzierten Gütergruppen durch die deutsche Wirtschaft - Veränderung zwischen 1991 und 2000	28
4.4 Direkte und indirekte Auswirkung der inländischen sektoralen Endnachfrageproduktion auf den Ressourcenverbrauch in Deutschland	33
4.5 Direkte und indirekte Auswirkung der gesamtwirtschaftlichen Produktion für die Endnachfragekomponenten auf den sektoralen Ressourcenaufwand - Deutschland	38
4.6 Direkte und indirekte Auswirkung der gesamtwirtschaftlichen Produktion für den Konsum, von Anlagen und für den Export – Sektorale Beiträge – Deutschland	42

4.7 Organisationsstruktur des Ressourcenverbrauchs bzw. Materialflüsse in der deutschen Wirtschaft	47
4.8 Quantifizierung der Auswirkung eines hypothetischen sektoralen Produktionsausfalls auf den gesamtwirtschaftlichen Ressourcenverbrauch	54
5 Ausblick	58
6 Literaturverzeichnis	60
7 Anhang	65
7.1 Konzeptionelle und inhaltliche Besonderheiten der zugrunde gelegten Datenbasis	65
7.2 Zusammensetzung der (Hybrid-) Produktionsbereiche	69

Abbildungen

Abb. 1: Zusammensetzung des durch die inländische Produktion induzierten gesamtwirtschaftlichen TMR – Deutschland -1991 und 2000 _____	23
Abb. 2: Zusammensetzung nach Materialkategorien der verwerteten und nicht verwerteten Entnahme - Deutschland 1991 und 2000 _____	24
Abb. 3: Direkte TMR-Intensität der im Inland produzierten Gütergruppen - Absolute Veränderung zwischen 1991 und 2000 - Deutschland _____	28
Abb. 4: Indirekte TMR -Intensität vs. Direkte TMR - Intensität – Relative Veränderung zwischen 1991 und 2000 - Deutschland _____	31
Abb. 5: Direkte und Indirekte TMR-Intensität der im Inland produzierten Gütergruppen - Absolute Veränderung zwischen 1991 und 2000 _____	32
Abb. 6: Durch die inländische sektorale Endnachfrageproduktion direkt und indirekt induzierter Ressourcenaufwand – Sektorale Anteile TMR – Deutschland 1991 und 2000 _____	35
Abb. 7: TMR – Gehalt der Komponenten der gesamtwirtschaftlichen inländischen Endnachfrageproduktion - Deutschland 1991 und 2000 _____	39
Abb. 8: TMR – Veränderung des TMR-Gehalts der Endnachfragekomponenten zwischen den Jahren 1991 und 2000 _____	41
Abb. 9: Direkt und indirekt induzierter Ressourcenverbrauch durch die sektorale inländische Produktion für die Letzte Verwendung - Deutschland 1991 _____	50
Abb. 10: Direkt und indirekt induzierter Ressourcenverbrauch durch die sektorale inländische Produktion für die Letzte Verwendung - Deutschland 2000 _____	51

Tabellen

Tab. 1: Direkter und indirekter TMR - Intensität der produzierten Güter- und Dienstleistungsgruppen in Deutschland	26
Tab. 2: Direkte und indirekte Auswirkung der inländischen sektoralen Endnachfrageproduktion auf den Ressourcenverbrauch – Deutschland 1991 und 2000	34
Tab. 3: Direkte und indirekte Auswirkung der gesamtwirtschaftlichen Produktion für die letzte Verwendung auf den sektoralen Ressourcenaufwand - Deutschland – 1991 (in 1.000 Tonnen)	43
Tab. 4: Direkte und indirekte Auswirkung der gesamtwirtschaftlichen Produktion für die letzte Verwendung auf den sektoralen Ressourcenaufwand - Deutschland – 2000 (in 1.000 Tonnen)	44
Tab. 5: Organisationsstruktur der Ressourcenströme in Deutschland – 2000 - Sektorengruppen nach Triangulation der TMR -Verflechtungsmatrix 2000	53
Tab. 6: Gesamtwirtschaftliche Ressourcenverbrauchsauswirkung eines hypothetischen sektoralen Produktionsausfalls - Deutschland - 2000	55

1 Ressourcenproduktivitätsprojekt – der Hintergrund

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

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

- **Weiterentwicklung von Informationssystemen** (Arbeitspaket 1) mit dem Ziel einer Aktivierung von Lernprozessen auf betrieblicher, zwischenbetrieblicher und wirtschaftspolitischer Handlungsebene,
- **Hot Spots** (Arbeitspaket 2): Identifizierung von Problembereichen der Ressourcennutzung und von Potenzialen zur Erhöhung der Ressourceneffizienz¹ jenseits vorhandener Trends,
- **Ressourcenpolitik und Ressourcenproduktivitätssteigerungen durch unternehmensübergreifende Instrumente** (Arbeitspaket 3): Entwicklung von Anreizstrukturen und -instrumenten zur Steigerung der Ressourcenproduktivität im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung,
- **Hochrechnung von Verbesserungspotenzialen zur Ressourcenproduktivitätssteigerung** (Arbeitspaket 4): Abschätzung theoretischer sektoraler Verbesserungspotenziale der Ressourcenproduktivität durch die Be- und Hochrechnung der direkten und indirekten Auswirkungen einer Vorleistungseinsatzsenkung, einer veränderten Endnachfragestruktur und ausgewählter Technologien.

In diesem Paper werden die Ergebnisse des Arbeitspakets 2.1 vorgestellt: "Identifikation prioritärer Handlungsfelder für die Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Ressourcenproduktivität"

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

1.1 Aufgabenstellung

Die Hauptaufgabe dieser Untersuchung liegt in der Identifikation von wirtschaftlichen Aktivitäten, die aufgrund der absoluten Höhe der direkten und indirekten Auswirkung ihrer Produktion auf den Globalen Materialaufwand als potenzielle Aktionsfelder bzw. Kandidaten zur Ausschöpfung von Senkungspotenzialen angesehen werden können. Diese Position gilt insbesondere hinsichtlich der Steigerung der gesamtwirtschaftlichen Ressourcenproduktivität durch Verminderung des Ressourcenverbrauchs.

Somit liegt eine Fragestellung aus dem Bereich der Meso-Ökonomie vor, deren Beantwortung auf der Ermittlung und Analyse der ressourcenverbrauchsbezogenen Auswirkungen zwei branchenmäßigen Sachverhalte beruht. Die hier fokussierten Sachverhalte betreffen die zwischen den Jahren 1991 und 2000 in Deutschland stattgefundenen Veränderungen in der angewandten sektoralen Produktionstechnik und in der Branchenzusammensetzung.

Da die angewandte Produktionstechnik sowie die Branchenzusammensetzung das gesamtwirtschaftliche Niveau der Inputs und Outputs der Produktion bestimmen, sind fundierte Kenntnisse über diesen Zusammenhang von erheblicher Bedeutung.

Diese Bedeutung ergibt sich daraus, dass es im Hinblick auf die Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Ressourcenproduktivität mittels der Senkung des Ressourcenverbrauchs nicht gleichgültig ist: (1) in welchen Sektoren - bei relativ konstant bleibender Branchenzusammensetzung - Effizienzsteigerungen stattfinden, und 2) in welchem Maß – bei relativ konstant bleibender Produktionstechnik - sektorale Produktionskapazitäten auf- bzw. abgebaut werden.

1.2 Vorgehensweise und Aufbau der Untersuchung

Die vorliegenden Ausführungen sind in 5 Abschnitte untergliedert. An diesen einführenden Abschnitt schließt die Erläuterung der Datenbasismerkmale an. Somit liefert Abschnitt 2 eine kurze Übersicht über die grundlegenden monetären und physischen Daten.

Der darauf folgende Abschnitt 3 umfasst eine kurze Beschreibung der methodischen Grundlage dieser Arbeit, die Input-Output-Analyse. Erläutert wird hierbei zum einen die deskriptive und zum anderen die modellmäßige Anwendung der hier verwendeten Input-Output-Tabellen.

Daran schließt eine kurze Erläuterung zum Ansatz der Verknüpfung der Endnachfrageproduktion mit dem Input-Output-Modell endogenen und exogenen Größen an.

Zudem werden auch hier in verkürzter Form die Ansätze skizziert, um die Charakteristika der Produktionsorganisation (bzw. Produktionshierarchie) und die totale Auswirkung der intersektoralen Verflechtung bei einem hypothetischen Produktionsausfall (bzw. Extraktionsauswirkungen) zu ermitteln.

Darauf aufbauend folgt der Abschnitt 4, in dem unter anderem der Geldwert der in Deutschland produzierten Mengen für die Endnachfrage mit den physischen Daten zum Ressourcenverbrauch empirisch verknüpft wird.

Ermittelt und untersucht werden hierbei:

- a) Die direkte und indirekte TMR-Intensität der im Inland produzierten Güter- und Dienstleistungsgruppen.
- b) Der Ressourcenaufwand, der durch die inländisch sektoral produzierten Mengen für die letzte Verwendung direkt und indirekt induziert wird.
- c) Der Ressourcenverbrauch-Gehalt (TMR-Gehalt) der inländischen Produktion zum Zwecke der letzten Verwendung, d.h. die nach Sektoren aufgegliederte Ressourcenentnahme, die die inländische gesamtwirtschaftliche Produktion von Konsum- Investitions- und Exportgütern direkt und indirekt induziert.
- d) Die Organisationsstruktur des Ressourcenverbrauchs bzw. Materialflüsse in der inländischen Wirtschaft.
- e) Die Auswirkung eines sektoralen hypothetischen Ausfalls einer bestimmten gesamten Produktionsmenge (Zwischen- und Endnachfrageproduktion) auf den gesamtwirtschaftlichen Ressourcenverbrauch.

Die Untersuchungen in b) bis e) bauen auf die in a) ermittelten TMR-Intensitäten auf. Für die Durchführung der Berechnungen in c) und d) ist die gesonderte Ausweisung der TMR-Intensitäten nicht erforderlich. Die Berechnung in b) und e) setzt dies jedoch voraus.

Eine separate Berechnung der TMR-Intensitäten weist ferner den Vorteil auf, Produktgruppen zu erkennen, deren produktionstechnisch bedingte direkte und indirekte Vorleistungserfordernisse besonderes materialintensiv sind.

Die eindeutige Identifizierung der Produktionsbereiche, die als relevante Aktionsfelder für die Ressourcenverbrauchssenkung angesehen werden können, beruht auf den Ergebnissen der Untersuchungen in b) bis e). Also handelt es sich dabei um sich untereinander ergänzende Ermittlungsschritte.

- (1) Im ersten Schritt werden die produktgruppenspezifischen direkten und indirekten TMR-Intensitäten mit der inländischen Endnachfrageproduktion kombiniert.

Hierbei wird, zum einen, die Auswirkung der inländischen sektoralen Endnachfrageproduktion auf den gesamtwirtschaftlichen Ressourcenaufwand, und, zum anderen, die Auswirkung der inländischen gesamtwirtschaftlichen Produktion von Konsum- Investitions- und Exportgütern auf den sektoralen Ressourcenaufwand ermittelt. Der erste Fall entspricht der Untersuchung in b) und betrifft den meso-makroökonomischen TMR-Effekt der inländischen Endnachfrageproduktion. Der zweite Fall entspricht der Untersuchung in c) und bezieht sich auf die makro-mesoökonomische TMR-Auswirkung der inländischen Produktion für die letzte Verwendung.

Bei beiden (voneinander getrennten) Ermittlungen gehen die berechneten Auswirkungen aus der im Zeitraum von 1991 bis 2000 stattgefundenen Veränderung der sektoralen angewandten Produktionstechnik und Endnachfrageproduktionsmenge hervor.

Die Ergebnisse der Untersuchung in b) werden in die Form einer absteigenden Rangfolge gebracht und dargestellt. Diese Rangfolge liefert die ersten Hinweise auf die wichtigsten Aktionsfelder, für welche vertiefende Erläuterungen ausgeführt werden.

- (2) In einem zweiten Schritt – Punkt d) – wird der Ressourcenaufwand ermittelt, der mit den direkten und indirekten produktspezifischen Vorleistungsmengen verbunden ist, deren Einsatz die sektorale Endnachfrageproduktion im Jahr 1991 und 2000 voraussetzte.

Das Ergebnis davon, d.h. die Verflechtungsmatrix des Ressourcenverbrauchs (bzw. TMR-Matrix), dient als Grundlage für die Ermittlung der Hierarchie beim sektoralen Ressourcenverbrauch. Hierfür wird auf das Verfahren der Triangulation von Verflechtungsmatrizen zurückgegriffen, mit dessen Hilfe die Organisation des Ressourcenflusses innerhalb der inländischen Wirtschaft ersichtlich gemacht wird.

- (3) In einem dritten Schritt – Punkt e) – wird die Berechnung der Auswirkung auf den gesamtwirtschaftlichen Ressourcenverbrauch durchgeführt, der von einer sektoralen hypothetischen Produktionsausfallsmenge im Wert von 1 Million Euro ausgehen würde (back- and forward total interindustry linkages). Diese letztere Berechnung dient zur Bestätigung der erzielten Ergebnisse im Schritt eins und zwei.

Die mit Hilfe dieser drei Ermittlungsschritte erkannten Produktionsbereiche, die sich nun wegen ihrer mengenmäßigen hohen direkten und indirekten Auswirkung auf den Ressourcenaufwand und Multiplikatoreigenschaft hinsichtlich des Ressourcenverbrauches herausstellen, werden dann aufgelistet. Sie gelten als die produktionsbezogenen wichtigsten Aktionsfelder für die Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Ressourcenproduktivität.

Der Abschnitt 5 "Ausblick" bildet den Abschluss des Textteiles.

2 Datenbasis der Untersuchung

Die Datenbasis der Untersuchung besteht aus monetären Input-Output-Tabellen (MIOT), monetären Import-Tabellen, einer physischen Import-Tabelle und Tabellen des Globalen Materialaufwands (TMR). Physische Input-Output-Tabellen wurden hier als Datenbasis aufgrund ihrer nahezu faktischen Inexistenz nur am Rande herangezogen.

Die MIOT, die monetären Import-Tabellen und die TMR - Tabellen beziehen sich auf die Berichtsjahre 1991 bis 2000. Die physische Import-Tabelle betrifft das Berichtsjahr 1995.

Alle Tabellen gelten für den Gebietsstand der Bundesrepublik Deutschland ab dem 03.10.1990. Die Darstellungseinheit der MIOT und der monetären Import-Tabellen ist Millionen Euro in Preisen von 1995.

Die Materialflüsse in der physischen Import-Tabelle und die Materialkategorien in den TMR - Tabellen werden in Tausend Tonnen ausgedrückt.

In den hier verwendeten monetären Input-Output-Tabellen und monetären Import-Tabellen des Statistischen Bundesamtes werden 72 Aktivitätsbereiche unterschieden². Bei den ersteren handelt es sich um die MIOT der inländischen Produktion.

In der herangezogenen Version der physischen Import-Tabelle 1995 werden dagegen 60 wirtschaftliche Aktivitäten differenziert. Hinsichtlich der Daten zum Ressourcenverbrauch, welche aus dem Wuppertal Institut stammen, handelt es sich um den Globalen Materialaufwand nach 60 Produktgruppen.

Der Inhalt der hier aufgelisteten verschiedenen Tabellen ist im Anhang dieses Papers kurz beschrieben und erläutert.

² Laut Statistisches Bundesamt sind in den MIOT ab dem Jahre 1997 die Angaben zum Produktionsbereich "Gewinnung von Erzen" in den Angaben zum Produktionsbereich "Gewinnung von Steinen und Erden, sonstigen Bergbauerzeugnissen" enthalten. Um die Konsistenz der sektoralen Analyse bei dieser Untersuchung zu bewahren, wurde diese Vorgehensweise auf alle betrachteten Berichtsperioden übertragen.

3 Methodische Grundlagen der Untersuchung

Die methodischen Grundlagen der Untersuchungen in diesem Arbeitspaket basieren auf der Input-Output-Analyse. Dabei handelt es sich um ein quantitatives Verfahren, mit dem Interdependenzen zwischen den Wirtschaftsakteuren in ihrer Eigenschaft als Produzenten und Konsumenten von Gütern in einem räumlich abgegrenzten Gebiet zeitbezogen analysiert werden können³. Der Input-Output-Analyse liegt der Grundgedanke zugrunde, dass Veränderungen in der Output- bzw. Inputstruktur eines Bereichs Rückwirkungen auf die gesamte Volkswirtschaft haben. Diese Wirkungen können direkter und/oder indirekter Natur sein.

3.1 Die Outputkoeffizienten und Inputkoeffizienten

Im Rahmen der Input-Output-Analyse liefern die Output- und die Input-Koeffizienten, in ihrer Form von quantitativen Relationen, Auskünfte über die direkten Verflechtungsbeziehungen zwischen Produktionsbereichen, Komponenten der letzten Verwendung und Primärinputs.

		Input der Produktionsbereiche					Letzte Verwendung			Gesamt-output
		S ₁	...	S _j	...	S _n	y ₁	...	y _m	x
Output der Produktionsbereiche	S ₁									
	..									
	S _i			x _{ij}				y _{ik}		X _i
	..									
	S _n									
Primäraufwand	PI			P _j						
Gesamtinput	x			X _j						

Die Output-Koeffizienten, die durch $o_{ij} = x_{ij} / X_i$ definiert sind, geben an, welcher Anteil des Outputs des Produktionsbereichs i an den Bereich j (Produktionsbereiche und Bereiche der letzten Verwendung) geliefert worden ist. Die Outputkoeffizienten beschreiben also die sektoralen Output-Strukturen. Die Input-Koeffizienten, die durch $a_{ij} = x_{ij} / X_j$ definiert sind, zeigen, welcher Anteil des Inputs des Produktionsbereichs j vom Bereich i (Produktionsbereiche und primäre Inputs) bezogen worden ist. Die Inputkoeffizienten beschreiben folglich die sektoralen Input-Strukturen⁴.

³ Die Input-Output-Analyse geht auf Wassily Leontief zurück, der in den dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts das erste Input-Output-Modell entwickelte, um die wechselseitigen Beziehungen zwischen Produzenten und Konsumenten zu analysieren. Siehe hierzu auch Leontief (1936, 1953, 1966) und Stäglin (1968).

⁴ Vgl. Brümmerhoff und Lützel (2002), S.186.

3.2 Offenes statisches Input-Output-Modell und Koeffizienten der Leontief-Inverse

Für die Beschreibung sowohl der direkten als auch der indirekten Verflechtungen wird ein Modell benötigt⁵. Das in der Praxis am meisten angewendete Input-Output-Modell ist das offene statische Leontief-Modell, das auch in dieser Untersuchung die methodische Grundlage darstellt.

Das offene statische Input-Output-Modell⁶ unterscheidet endogene und exogene (Produktions-) Bereiche: Als endogen werden jene bezeichnet, für die die spezifische Annahme gilt, dass sich die für die laufende Produktion eingesetzten Inputs proportional zum Output verhalten. Die Proportionalitätsannahme ist der Leontief-Produktionsfunktion ($x_{ij} = a_{ij} \cdot X_j$) charakteristisch. Dies bedeutet, dass alle intersektoralen Beziehungen modellendogen erklärt werden. Dies führt dazu, dass die Struktur einer Wirtschaft durch ein System von linearen Gleichungen auf der Basis von endogenen Inputkoeffizienten beschrieben werden kann. Exogen sind jene (Produktions-) Bereiche, für die diese Annahme nicht gilt.

Das Gleichungssystem für ein offenes statisches Input-Output-Modell als Mengenmodell hat in der gebräuchlichen Matrizenschreibweise folgendes Aussehen: $x = Ax + y$.

Hierin beschreibt x den Spaltenvektor des technologisch abhängigen Outputs, y stellt den Spaltenvektor der systemunabhängigen letzten Verwendung dar. A bezeichnet die Matrix der Input-Koeffizienten, die aus einem quadratischen Schema mit den in Zeilen und Spalten angeordneten Elementen a_{ij} besteht.

Die Lösung des offenen statischen Mengenmodells besteht nun darin, die Produktionsmengen bzw. Produktionswerte X_i der einzelnen (Produktions-) Bereiche bei exogen vorgegebener letzter Verwendung Y_i und konstanten Input-Koeffizienten A zu bestimmen. Die Auflösung des linearen Gleichungssystems nach x ergibt: $x = (I - A)^{-1} y$.

Hierin ist die Einheitsmatrix, definiert als ein quadratisches Schema, in dem die Hauptdiagonalelemente 1 und alle anderen Elemente Null sind. Die Matrix $(I - A)$ wird als Leontief-Matrix bezeichnet, und $(I - A)^{-1}$ stellt die Leontief-Inverse dar.

Die Leontief-Inverse ist die Grundlage für die modellmäßige Anwendung der Input-Output-Tabellen. Ein Koeffizient c_{ij} der Leontief-Inverse⁷ gibt die Veränderung des Outputs des (liefernden) Sektors i (S_i) an, die direkt und indirekt erforderlich ist, damit (der empfangende) Sektor j (S_j) eine Einheit für die letzte Verwendung erstellen kann.

⁵ Von den zahlreichen Modellen, die die Input-Output-Theorie anbietet, können wegen fehlender Basisdaten nur wenige für empirisch orientierte Analysen herangezogen werden. Siehe hierzu u.a. Schumann (1968) sowie Holub und Schnabl (1994).

⁶ Siehe hierzu auch Brümmerhoff und Lützel (2002), S.190ff. sowie Eurostat (2002), Kapitel15, Abschnitt1.3

⁷ Siehe hierzu Holub und Schnabl (1994) S. 103.

Demzufolge gibt die Summe der inversen Koeffizienten der Spalte eines Sektors j (S_j) an, was alle Sektoren (einschließlich Sektor j) direkt und indirekt erzeugen müssen, damit Sektor j eine Einheit für die Endnachfrage produzieren kann. Die Summe der inversen Koeffizienten der Zeile eines Sektors i gibt demgegenüber an, was (der liefernde) Sektor i (S_i), bedingt durch die direkten und indirekten Anstöße, insgesamt erzeugen muss, damit jeder der (empfangenden) Sektoren j (S_j) eine Einheit für die Endnachfrage erstellen kann.

Mit der Lösung des statischen offenen Mengenmodells wird somit ermittelt, welche direkten und indirekten Vorleistungsströme x_{ij} bzw. Gesamtoutputs x_j notwendig sind, angesichts einer vorgegebenen Endnachfrage y^8 .

Um den Zusammenhang zwischen der letzten Verwendung und dem globalen Materialaufwand zu ermitteln, wird in dieser Untersuchung von den erwähnten Koeffizienten – Output- und Inputkoeffizient sowie inversen Koeffizient - Gebrauch gemacht. Diese gelten als Ausdruck der direkten und/oder indirekten Interdependenz zwischen Produktionsbereichen, Komponenten der Endnachfrage und Primärintputs.

3.3 Verknüpfung der Ergebnisse des statischen offenen Modells mit politisch relevanten Größen

Zurechnungsmodelle benutzen die logische Struktur des leontiefschen offenen statischen Input-Output-Mengenmodells, um eine empirisch fundierte Brücke zwischen der letzten Verwendung und anderen mit der Produktion zusammenhängenden Größen (G) zu schlagen⁹.

Dabei ist der Outputvektor x , also die nach Sektoren unterteilte produzierte Menge, die verknüpfende Größe¹⁰.

Jedes Element x_i des Outputvektors $x = (x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n)$ besagt, wie viel der Produktionsbereich i direkt und indirekt erzeugen muss, um seinen Teil bei der Produktion der gesamten letzten Verwendung nach Struktur und Höhe, nämlich $y = (y_1 \ y_2 \ \dots \ y_n)$, beizutragen.

Dementsprechend werden durch die Zurechnung die direkten und indirekten Effekte auf die betrachtete Größe (G) ermittelt, die von der Höhe und Struktur der produzierten Mengen für die Endnachfrage jedes einzelnen Produktionsbereichs ausgehen.

Die Anwendung des hier verwendeten Zurechnungsmodells¹¹ setzt drei Rechenschritte voraus¹².

⁸ Ebd. S. 139.

⁹ Diese Größen, in der Regel umweltökonomische Größen, können dem I-O-Modell endogen oder exogen sein.

¹⁰ Für die Verknüpfung der Produktion mit den dem I-O-Modell exogenen Größen wird vorausgesetzt, dass sich der Outputvektor und die exogene Größe auf die gleiche Zeitperiode beziehen.

¹¹ Das hier verwendete Zurechnungsmodell beruht wegen der Vielzahl von abzubildenden (sektoralen) Verknüpfungen auf einem linearen, rekursiven Modell.

(1) Die betrachtete Größe (G) wird zuerst in einem $(1 \times n)$ Zeilenvektor von n sektoralen¹³ homogenen¹⁴ G -Koeffizienten ($g_j = G_j/x_j$) umgewandelt.

(2) In einem nächsten Schritt wird der diagonalisierte Zeilenvektor $\langle g \rangle = \langle g_1 \ g_2 \ \dots \ g_n \rangle$ mit der X -Matrix und Y -Matrix der Outputkoeffizienten und anschließend mit der Leontief-Inverse $C = (I - A)^{-1}$ des offenen statischen Input-Output-Mengenmodells multipliziert.

Aus der ersten multiplikativen Verknüpfung ergeben sich zwei Matrizen. Die erste Matrix zeigt die direkte Wirkung der Produktion von Vorleistungen auf die betrachtete exogene Größe (G). Die zweite Matrix enthält demgegenüber den direkten Effekt auf die Größe (G), die von den produzierten Mengen für die Endnachfrage ausgehen.

Das Ergebnis der multiplikativen Verknüpfung des diagonalisierten Zeilenvektors g mit der Leontief-Inverse wird hier als Inverse der betrachteten Größe bzw. G -Inverse bezeichnet. In dieser Ergebnismatrix werden für jeden Produktionsbereich alle direkten und indirekten ausgelösten Effekte auf die betrachtete Größe je Einheit Endnachfrageproduktion dargestellt. Die G -Inverse stellt die Grundlage für die Ermittlung von direkten und indirekten G -Intensitäten dar.

(3) Zum Schluss lässt sich durch das Produkt, einerseits, der direkten und indirekten G -Intensitäten und, andererseits, der G -Inverse mit der Endnachfragematrix (Y) der Gesamteffekt der Endnachfrageproduktion auf die Größe (G) ermitteln.

Im ersten Fall wird die gesamtwirtschaftliche direkte und indirekte Auswirkung jeder Komponente der sektoralen Endnachfrageproduktion auf die Größe G berechnet¹⁵.

Im zweiten Fall wird die direkte und indirekte Auswirkung der gesamtwirtschaftlichen Produktion für jede Endnachfragekomponente auf die sektorale Größe " G " ausgewiesen.

Mit diesen drei Rechenschritten wird erreicht, dass die politisch relevante Größe (G):

- sich anstatt durch die lediglich definitorische Gleichung $G = g \cdot x$ durch ein Ex-Ante-Modell $G = \langle g \rangle (I - A)^{-1} y$ erklären lässt,

¹² Vgl. Holub W./ Schnabl H. 1994, S. 139 ff.

¹³ Die Anzahl der betrachteten Produktionssektoren wird durch n gekennzeichnet. Der Gesamtoutput des Produktionssektors n ist somit, formell ausgedrückt, x_n .

¹⁴ Mit "homogen" ist hier gemeint, dass die betrachtete exogene Größe zunächst als nicht in Unterkategorien differenzierbare Größe behandelt wird. Eine Differenzierung zwischen unterschiedlichen Materialkategorien wie im Falle des Globalen Materialaufwandes (TMR) wäre somit ausgeblendet.

¹⁵ Der gesamte direkte und indirekte Effekt der sektoralen Produktion für die letzte Verwendung auf die Größe G kann auch mittels der Verschiebung der Zurechnung auf die Produktionssysteme berechnet werden. Dafür wird die G -Inverse mit dem diagonalisierten Vektor der Endnachfrage multipliziert. Daraus ergibt sich die so genannte G -Verflechtungsmatrix.

- über die Gleichung der leontiefschen Produktionsfunktion $x = (I - A)^{-1} y$ in einer Abhängigkeitsbeziehung zu A – d.h. zur Matrix der sektoral angewendeten Technologien – und y - d.h. zur letzten Verwendung – steht,
- sich auf der Basis von sektoralen G -Multiplikatoren und sektoral produzierten Mengen x für die letzte Verwendung ermitteln lässt,
- sich als Zusammenrechnung aller direkten und indirekten Wirkungen der Produktion ergibt.

3.4 Triangulation der Verflechtungsmatrix der direkten und indirekten Effekte der sektoralen Endnachfrageproduktion auf exogene Größen

Linearität bzw. Zirkularität beschreibt die strukturbezogene Eigenschaft einer Wirtschaft, die aufgrund der Lieferabhängigkeit zwischen den Sektoren durch die Flussrichtung der Produktion bestimmt wird.

Wenn die Verflechtungsmatrix ausschließlich aus vorwärts gerichteten Strömen besteht, ist sie vollkommen linear. In diesem Fall sind alle Hauptdiagonalelemente der Leontief-Inversen gleich Null. Diese absolute lineare Dependenz zwischen den Sektoren kann somit mit einer Stufenanordnung im Produktionsprozess gleichgesetzt werden.

Bei ausschließlich zyklischen Strömen innerhalb der Verflechtungsmatrix haben die Hauptdiagonalelemente der Leontief-Inversen hingegen einen gleichen Wert größer als 1. In so einem Fall ist die Verflechtungsmatrix vollkommen zirkulär. Es besteht also eine totale Interdependenz zwischen den Sektoren, so dass sich keine bestimmte Produktionssequenz erkennen lässt¹⁶.

Linearität bzw. Zirkularität kann nicht ohne weiteres aus der ursprünglichen Verflechtungsmatrix einer Input-Output-Tabelle abgelesen werden. Der Anordnung der Produktionssektoren in ihr liegt normalerweise nicht die tatsächliche Organisation des gesamtwirtschaftlichen Produktionsprozesses zugrunde. Um die lineare Lieferdependenz bzw. Lieferinterdependenz zwischen den Sektoren zu erkennen, muss die Produktionsorganisation zuerst sichtbar gemacht werden. Für diesen Zweck wird in dieser Arbeit auf das Verfahren der Triangulation zurückgegriffen.

Triangulation beschreibt das systematische Neuordnen von $i = j$ Sektoren, so dass aus einem Satz von $p = i!$ (mit $i =$ Anzahl der Sektoren) möglichen Ordnungen die sektorale Reihenfolge herausgenommen werden kann, bei welcher die Summe der gesamten Einträge oberhalb der Hauptdiagonale maximiert und unterhalb der Hauptdiagonale minimiert wird.

¹⁶ Siehe hierzu Strassert (2001b).

Zur Lösung dieser Aufgabe existiert kein Standardalgorithmus. In der Regel ist dafür ein heuristisches Lösungsverfahren anzuwenden¹⁷. Es beruht auf folgendem formalen Kriterium - der so genannten Helmstädterschen Ordnungsbedingung -, welches zur bestmöglichen Triangulation einer Matrix dient: Wenn Sektor i eine vorgelagerte Produktionsstufe vom Sektor j darstellt, soll für die nachgelagerten Sektoren gelten, dass Sektor i mehr an den Sektor j liefert, als er von ihm erhält.

Zur Beurteilung der durchgeführten Matrix-Triangulation wird in der Regel der von Helmstädter (1965a; 1965b; 1969) vorgeschlagene Messungsparameter, der so genannte "Linearitätsgrad" angewendet¹⁸:

$$\text{Linearitätsgrad} = \lambda = \frac{\sum_{i < j} b_{ij}}{\sum_{i \neq j} b_{ij}}$$

Der "Linearitätsgrad" λ bezeichnet einen Quotienten. Der Zähler und Nenner dieses Quotienten sind Summen der Elemente b_{ij} der triangulierten Matrix. Im Zähler steht die Summe der Einträge oberhalb der Hauptdiagonalen, im Nenner steht die Summe aller Einträge ohne diejenigen der Hauptdiagonalen.

Dieser Linearitätsgrad kann Werte zwischen 0,5 und 1 annehmen. Der maximale Wert 1 wird erreicht, wenn die Vorleistungsmatrix in eine obere vollkommene Dreiecksmatrix permutiert werden kann. Bei einer solchen Reihenfolge wird der komplementäre Parameter, der so genannte "Interdependenzgrad" δ minimiert. Also nimmt dieser den Wert 0 ein. Der Interdependenzgrad wird definiert durch¹⁹: $\delta = 2(1 - \lambda)$.

In der Praxis bezeichnet die Struktur der intersektoralen Verflechtung ein mixtum compositum, welches sich zwischen zwei Extremen befindet: dem Fall der vollkommenen Linearität auf der einen Seite, und dem Fall der vollkommenen Zirkularität auf der anderen Seite²⁰. Die Struktur der intersektoralen Verflechtung ersichtlich zu machen, ist deshalb von erheblicher Bedeutung, weil so die Produktionshierarchie, in welcher sich die Produktionssektoren befinden, herausgefiltert wird.

Der Erkenntniswert der auf diese Weise ermittelten Produktionshierarchie lässt sich unter anderem an den Möglichkeiten messen, welche er zur eindeutigen Charakterisierung der Produktionssektoren bietet. Ausschlaggebend hierfür ist die Rolle, welche jede Produktionsaktivität im Rahmen der bestehenden Produktionsorganisation spielt.

¹⁷ Vgl. Korte und Oberhofer (1968). Der von diesen Autoren entwickelte Algorithmus wurde z.B. von H. Wessels (1981) zur Triangulation der Input-Output-Tabellen des DIW verwendet. Um dieses Rechenverfahren durchführen zu können, wäre jedoch eine Aggregation der Tabellen auf 25 Sektoren erforderlich. Holub und Schnabl (1994, S. 174) vermuten, dass eine Obergrenze für die Anwendung dieses Verfahrens bei etwa 30 Sektoren liegt.

¹⁸ Siehe hierzu Helmstädter, E. 1965a; 1965b; 1969; sowie Holub und Schnabl (1994, S. 175).

¹⁹ Grund für die Auswahl des Faktors 2 ist der Mindestwert von $\lambda = 0.5$, so dass der "Zirkularitätsgrad" im Falle der totalen Rekursivität den Wert 1 nimmt. Vgl. hierzu Bartnick (1991).

²⁰ Siehe hierzu Strassert (2001b).

Auf dieser Basis wird das Erkennen von strategischen Aktionsfeldern (Produktgruppen, Sektoren) auch vom Blickpunkt der Produktionsorganisation unterstützt. Für die Politik folgt daraus, dass eine zusätzliche Entscheidungsgrundlage zur Verfügung steht. Dies gilt vor allem dann, wenn es darum geht, durch Handlungsmaßnahmen möglichst viele zielorientierte Auswirkungen auszulösen²¹.

3.5 Direkte und indirekte Vor- und Rückwärtsauswirkung der intersektoralen Verflechtung – Ansatz der hypothetischen Extraktionsmethode

Seit Anfang der Input-Output-Rechnung stand die intersektorale Verflechtung²² im Mittelpunkt des analytischen Interesses. Die Ermittlung von direkten und indirekten Rückwärtsauswirkungen einer hypothetischen Verminderung bzw. eines fiktiven Ausfalls der sektoralen Produktion für die letzte Verwendung dominiert hierbei das Untersuchungsspektrum.

Hinsichtlich der Effekte der theoretischen Senkung der Zwischennachfrage konzentriert sich die Aufmerksamkeit auf ihre indirekte Wirkung bezüglich der Höhe der Endnachfrageproduktion.

Grund dafür ist das Verständnis der Zwischenproduktion. Diese wird in erster Linie als eine vorhandene Menge von Vorleistungen verstanden, die benötigt wird, um für die Endnachfrage zu produzieren. Somit werden hauptsächlich Rückwärtsauswirkungen der intersektoralen Verflechtung thematisiert. Vorwärtsauswirkungen werden dagegen kaum untersucht.

Daraus ergibt sich eine Frage, die für diese Arbeit von besonderer Bedeutung ist. Sie betrifft die analytische Konsequenz in Hinblick auf die Erkennung der "Schlüsselsektoren" der unvollständigen Betrachtung der Produktionsauswirkungen der intersektoralen Verflechtung. Für das eindeutige Erkennen und Kennzeichnen der strategischen Sektoren, von denen die größten gesamtwirtschaftlichen Effekte (direkt und indirekt) ausgehen, z.B. auf den Ressourcenverbrauch, ist die Beantwortung dieser Frage eine höchsterforderliche Aufgabe.

Voraussetzung dafür ist die Ermittlung aller möglichen direkten und indirekten Produktionsauswirkungen der intersektoralen Verflechtung. Hierfür wird der Ansatz der so genannten "hypothetischen Extraktionsmethode" in seiner verfeinerten Version verwendet²³. Ausgangspunkt hierbei sind die Leontief-Inverse²⁴ und die Gleichung der gesamten direkten Produktion.

²¹ Die Erkenntnisse der Produktionshierarchie dienen beispielsweise dazu, in "effizienter" Weise Nachfragesteigerungen von Seiten des Staates zu gestalten, da die Auswirkungen dieser Maßnahmen (nahezu) alle Sektoren berühren.

²² In der letzten Dekaden widmeten sich verschiedene Autoren immer wieder ihrer Untersuchung: Strassert 1968a, 1968b; Dietzenbacher und von van Der Linden, 1997; Lahr und Miller, 1997, etc.

²³ Siehe hierzu Strassert (2001b).

²⁴ Ein erster Hinweis darauf wurde bei Ritz und Spaulding (1975) gegeben. Zehn Jahre später wurde der neue Ansatz bei Szyrmer und Walker (1985) in seiner völligen Entwicklung präsentiert. Siehe hierzu Szyrmer (1985, 1986), Ulanowicz (1986) und Szyrmer und Ulanowicz (1987).

Der verfeinerte Ansatz der "hypothetischen Extraktionsmethode" beruht auf der vollständigen Wiedergabe der gesamten möglichen Produktion. Daher wird das offene statische Input-Output-Modell in seiner herkömmlichen Form nicht verwendet. Die Leontief-Inverse wird hierbei nicht mit dem Vektor der direkten Produktion für die letzte Verwendung, sondern mit dem Vektor des direkten Gesamtoutput der Wirtschaft, $x = z + y = {}^tX$, multipliziert. Auf diese Weise werden alle direkten und indirekten Outputs ermittelt, die notwendig sind, um beide nachgefragte Mengen zu befriedigen²⁵: die Endnachfrage, y , und die Zwischennachfrage, z . Also:

$${}^tX = (I - A)^{-1} \cdot \langle z \rangle^{-1} + (I - A)^{-1} \cdot \langle y \rangle = (I - A)^{-1} \cdot \langle x \rangle = \langle x \rangle + S \cdot \langle x \rangle$$

mit,

$\langle z \rangle, \langle y \rangle, \langle x \rangle$: als diagonale Matrizen der Vektoren z, y und x

S : als Summenmatrix²⁶ aller Potenzen von A ²⁷.

Im Falle der "hypothetischen Extraktion" eines Sektors kann, zur Ermittlung der potenziell ausfallenden Produktion, die Matrix tX in dieser Form jedoch nicht verwendet werden. Gerade, weil die Matrix tX alle möglichen indirekten Produktionsauswirkungen enthält, umfassen ihre Elemente auch die (indirekte) Produktionsmenge²⁸, die nicht mehr ausfallen würde, wenn die Produktion in den ersten Runden nicht mehr stattfände.

Zum Ausfalls- bzw. Extraktionseffekt E_{ij} , der zeigt, wie viel Produktion von Sektor i ausfällt, wenn Sektor j eine bestimmte Menge nicht mehr produzieren würde bzw. dem Produktionssystem nicht mehr gehören würde, gelangt man durch folgende Schritte:

Das Element i der Spalte j der Leontief-Inversen, c_{ij} , wird durch das $i=j$ Element der Hauptdiagonale der Leontief-Inversen, c_{jj} , dividiert und anschließend mit der gesamten ausfallenden Produktion X_j des betrachteten Sektors multipliziert: $E_{ij} = c_{ij} / c_{jj} \cdot X_j$. Daraus ergibt sich die Matrix E .

Jede Spalte der Matrix E gibt dementsprechend die mögliche Gesamtproduktion untergliedert nach Sektoren wieder, die ausfallen würde, wenn der in der Spalte enthaltene Sektor j nur teilweise bzw. keine Produkte mehr aus den anderen Sektoren bezieht. Also die vollständige Rückwärtsauswirkung seiner intersektoralen Verflechtung (back-

²⁵ Siehe hierzu Strassert (2001b).

²⁶ Die Zerlegung der in der Leontief-Inversen, $(I - A)^{-1}$, implizit enthaltenen direkten und indirekten Produktionseffekte in einzelnen Produktionsschritten lässt sich mittels der Potenzreihe (Euler-Reihe) ausdrücken: $(I - A)^{-1} = I + A + A^2 + A^3 + \dots + A^n$. Solange alle Inputkoeffizienten einen Wert haben, der niedriger oder gleich eins ist, konvergiert die unendliche Euler-Reihe beim Grenzübergang $n \rightarrow \infty$ zu null, und somit zur Leontief-Inversen $(I - A)^{-1}$. Siehe hierzu: Miller und Blair, 1985; Holub und Schnabl 1994, S. 111 ff.

²⁷ In der Matrix tX wird folglich die gesamte direkte und indirekte tatsächliche sektorale Produktion dargestellt. Im Vektor $\langle x \rangle$ werden dagegen die messbaren direkten Gesamtoutputs der Wirtschaft nach Sektoren abgebildet. Demzufolge muss X^i notwendigerweise größer als $\langle x \rangle$ sein. Vgl. hierzu Strassert (2001), S. 6.

²⁸ Diese indirekte Produktionsmenge betrifft die zusätzliche Produktion eines Sektors, die notwendig ist, damit die Vorleistungen für die Produktion der Vorleistungen erzeugt werden können.

ward linkage). Demgegenüber zeigt jede Zeile der Matrix E die mögliche Gesamtproduktion untergliedert nach Sektoren, die ausfallen würde, wenn der in der Zeile enthaltene Sektor i nur teilweise bzw. keine Produkte mehr zu den anderen Sektoren liefert. Dies wäre die vollständige Vorwärtsauswirkung seiner intersektoralen Verflechtung (forward linkage).

4 Ermittlung der Auswirkung der Produktion für die letzte Verwendung auf den Ressourcenverbrauch

Für die Untersuchung der Auswirkungen auf den Ressourcenverbrauch, die von der sektoralen bzw. gesamtwirtschaftlichen Produktion für die letzte Verwendung ausgehen, sind physische Input-Output-Tabellen (PIOT) zu verwenden.

Erstens, weil in ihnen sowohl die Input- als auch die Outputseite der Produktion vollständig erfasst sind. Ausgehend von der Tatsache, dass die reale Basis des Wirtschaftsprozesses die physische Basis ist, bedeutet dies, dass alle produzierten Mengen an physischen Outputs (Güter und Reststoffe) der Gesamtheit aller eingesetzten Mengen an physischen Inputs (natürliche Rohstoffe und Vorleistungen) genau entsprechen²⁹, und zwar unabhängig davon, ob für sie Marktpreise existieren. Die Höhe der Auswirkung auf den Ressourcenverbrauch geht somit von der Höhe des tatsächlich erzielten physischen Ertrags aus.

Zweitens, weil bei der Berechnung der technisch bedingten Proportionen, in denen Vorleistungen und andere Inputs für die Produktion einer Einheit Output kombiniert werden (Inputkoeffizienten), die verschiedenen physischen Inputs auf die insgesamt erzeugten physischen Outputmengen bezogen werden. Für die Ermittlung der direkten und indirekten Effekte auf den physischen Ressourcenverbrauch werden somit technische Proportionen zugrunde gelegt, die der tatsächlichen Materialzusammensetzung entsprechen. Somit wird durch Anwendung der PIOT von anderen Proportionen ausgegangen als die, die auf der Basis von monetären Größen aus der MIOT berechnet werden.

Monetäre Inputkoeffizienten werden in ihrer Höhe und modellmäßigen Wirkung einerseits durch "Preisgewichtungen" der zu beziehenden Größen (Vorleistungen) und der Bezugsgröße (Gesamtoutput) und andererseits durch die Tatsache beeinflusst, dass das Verhältnis von Vorleistungsmenge zu Primärintput eine völlig andere ist als das entsprechende gleiche physische Verhältnis.

Auf die sachgemäßere Darstellung der Materialtransformation mittels der Anwendung von PIOT muss in der Praxis jedoch noch verzichtet werden. Der Grund dafür liegt in der nahezu faktischen Inexistenz von Physischen Input-Output-Tabellen. Es gibt weltweit nur wenige Länder, für welche PIOT erstellt wurden. DESTATIS hat für Deutschland zwei PIOT erstellt und veröffentlicht. Für Analysezwecke der zeitlichen Veränderung der verschiedenen Größen, die in den PIOT enthalten sind, sind die PIOT 1990 und PIOT 1995 nicht hilfreich. Die Systemgrenze bezieht sich im ersten Fall nur auf das alte Bundesgebiet. Daher werden bei der Ermittlung des Zusammenhangs zwischen der Endnachfrage und dem Ressourceneinsatz und -verbrauch hauptsächlich Monetäre Input-Output-Tabellen (MIOT) angewendet.

²⁹ Die Materialbilanzen in den physischen Input-Output-Tabelle (PIOT) beruhen auf den Gesetzen der Thermodynamik.

In dieser Untersuchung wurde auf die MIOT (in Preisen von 1995) für die Jahre 1991 bis 2000 zurückgegriffen. Der sektorale Ressourcenverbrauch wurde im Sinne des direkten und indirekten Globalen Materialaufwands (TMR) dargestellt.

Die Bedeutung der Ergebnisse aller Rechenschritte wird hier beispielhaft für ausgewählte Produktionssektoren erläutert. Alle restlichen sektoralen Ergebnisse sind analog zu interpretieren.

4.1 Produktionsbezogener Globaler Materialaufwand der deutschen Wirtschaft - Veränderung zwischen 1991 und 2000

Der Globale Materialaufwand (engl.: Total Material Requirement, TMR) misst die materielle Basis einer Volkswirtschaft, d.h. alle der Umwelt im In- oder Ausland entnommenen Primärmaterialien, die mit der inländischen Produktion und dem Konsum verbunden sind.

Der Globale Materialaufwand (TMR) setzt sich zusammen, einerseits, aus dem "direkten Materialinput" (engl.: Direct Material Input, DMI), und andererseits aus dessen "ökologischen Rucksäcken" (engl.: Hidden Flows, HF).

Der direkte Materialinput umfasst sowohl die verwertete Primärmaterialentnahme aus der inländischen Umwelt als auch die produktions- und konsumorientierten Importe. Sie dienen zur Weiterverarbeitung bzw. Transformation in der jeweiligen Volkswirtschaft. Demzufolge verfügen sie über einen ökonomischen Wert.

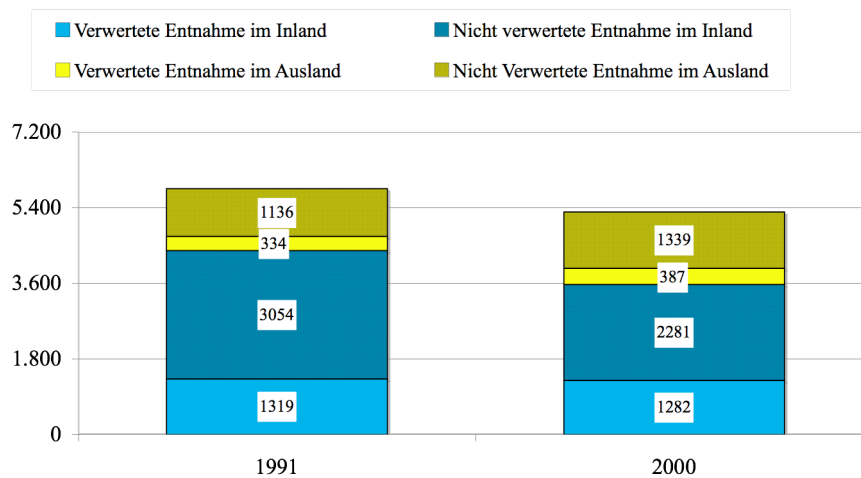
Die ökologischen Rucksäcke umfassen die nicht verwerteten Stoffentnahmen und vergleichbare Stoffbewegungen im Inland (z.B. Abraum, Bodenaushub, Erosion) sowie die mit den Importen assoziierten lebenszyklusweiten Primärmaterialentnahmen, die zusätzlich zu den importierten Produktmengen notwendig waren, um das Importgut herzustellen.

Damit ist der Globale Materialaufwand (TMR) der umfassendste Indikator auf der Inputseite und somit der beste Schätzwert für die Größenordnung der potenziellen Umweltbelastungen durch die Entnahme und Nutzung natürlicher stofflicher Ressourcen.

In dieser Arbeit wird der produktionsbezogene Globale Materialaufwand berücksichtigt. Dies betrifft den gesamtwirtschaftlichen Ressourcenaufwand (TMR), der mit den inländischen und importierten Vorleistungen assoziiert ist, die bei der sektoralen inländischen Produktion eingesetzt werden. Somit wird aus der Rechnung der mit den importierten Gütern für die letzte Verwendung verbundene Ressourcenaufwand ausgenommen.

Für die Zeitperiode zwischen den Jahren 1991 und 2000 lässt sich ein beachtlicher Rückgang der durch die deutsche inländische Produktion verursachten Ressourcenentnahme feststellen. Dieser Rückgang lässt sich auf -554 Mill. t beziffern, d.h. von 5.843 Mill. t im Jahr 1991 auf 5.288 Mill. t im Jahr 2000 (Abb. 1).

Abb. 1: Zusammensetzung des durch die inländische Produktion induzierten gesamtwirtschaftlichen TMR – Deutschland -1991 und 2000



Quelle: Acosta 2006 – Eigene Berechnung und Darstellung auf der Grundlage der MFA 1991 – 2000 (WI – H. Schütz)

Die abgebildete Veränderung des TMR drückt nicht nur eine Niveausenkung aus, sondern sie deutet auch eine andere Zusammensetzung des direkten Materialinputs (DMI) und der damit assoziierten ökologischen Rucksäcke (HF) an.

Dafür spricht auf der einen Seite die disproportionale Senkung der verwerteten inländischen Entnahme und der damit verbundenen ökologischen Rucksäcke (nicht verwertete Entnahme im Inland). Auf der anderen Seite lässt sich im Falle der Importe und deren ökologischen Rucksäcken eine wiederum unverhältnismäßige Zunahme konstatieren.

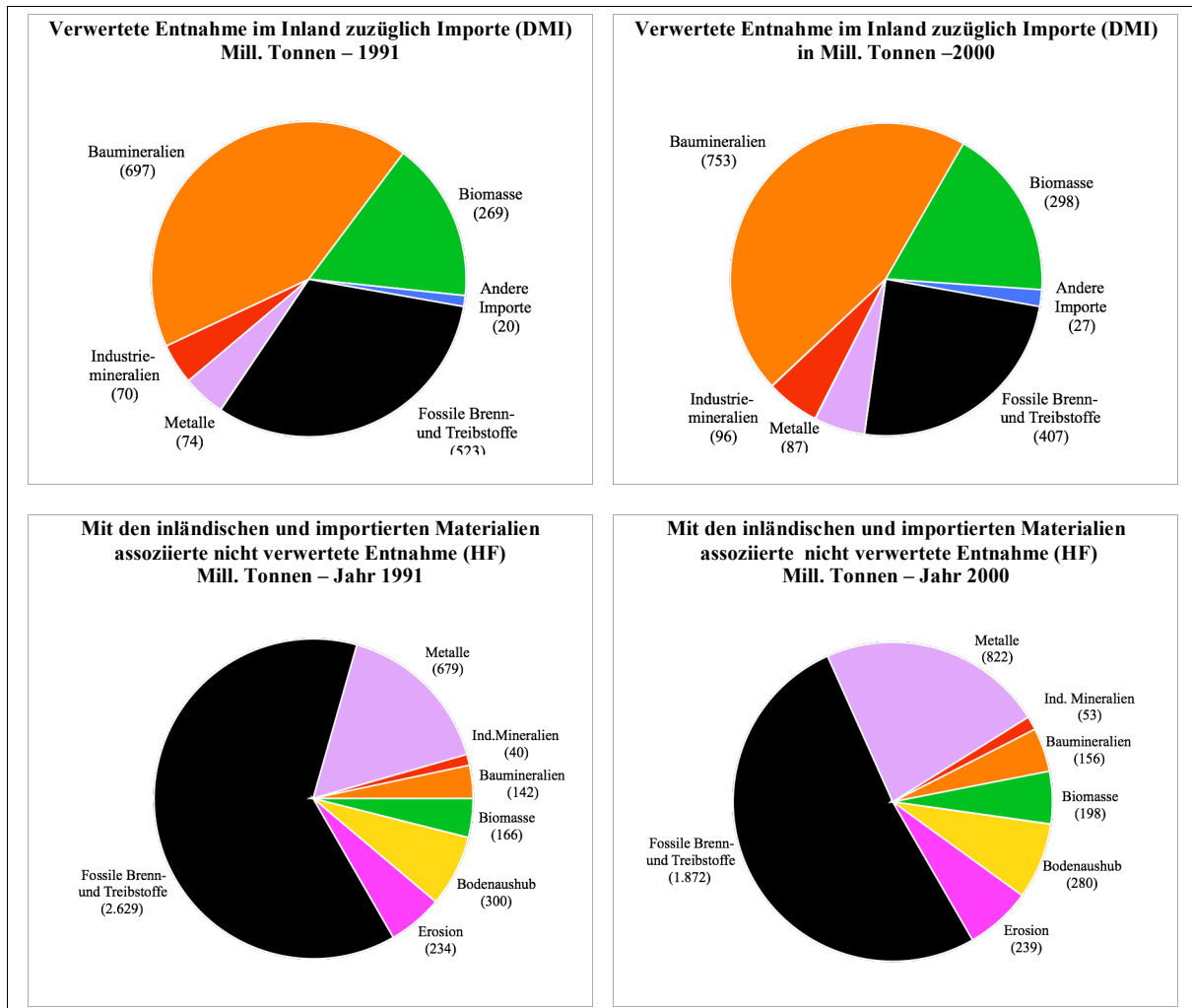
Dies deutet sowohl auf eine veränderte Zusammensetzung des Direkten Materialinput (DMI) sowie auf den damit verbundenen ökologischen Rucksack (HF). Während der DMI vom Jahre 1991 ca. 28% des entsprechenden produktionsbezogenen gesamtwirtschaftlichen TMR darstellte, machte er 32% des TMR im Jahre 2000 aus.

Die genauere Betrachtung der Komposition der Hauptkategorien zeigt für das Jahr 2000 eine um 116 Mill. t niedrigere verwertete Entnahme an nicht erneuerbaren Energieträgern gegenüber 1991 (Abb. 2). Dies bedeutet eine Abnahme von 22%. Der damit verbundene ökologische Rucksack sank demgegenüber um 757 Mill. t, d.h. um -29%. Diese Senkung ergab sich überwiegend aus Produktionsrückläufen der inländischen Kohlewirtschaft aufgrund der Schließung der Kohlengruben in den neuen Bundesländern.

Im Falle der verwerteten Entnahme von Industrie- und Baumineralien ist dagegen eine Zunahme um 26 Mill. t (+38%) und 56 Mill. t (+8%) festzustellen. Die damit assoziierten nicht verwerteten Entnahmen stiegen ebenfalls um 31% und 10%. Der erhöhte inländische Bedarf an Industrie- und Baumineralien verursachte einen entsprechenden höheren inländischen Ressourcenaufwand durch den Sektor "Steine und Erden".

Hinsichtlich der Kategorie Metalle ist für das Jahr 2000 eine Steigerung der verwerteten Entnahme um 17% und der damit verbundenen ökologischen Rucksäcke um 21% gegenüber 1991 zu konstatieren. Diese Steigerung wurde überwiegend durch die Erhöhung direkter Metallimporte seitens der Sektoren "Metalle", "Metallerzeugnisse" und "Kraftfahrzeuge" hervorgerufen (Abb. 2).

Abb. 2: Zusammensetzung nach Materialkategorien der verwerteten und nicht verwerteten Entnahme - Deutschland 1991 und 2000



Quelle: Acosta 2006 – Eigene Berechnung und Darstellung auf der Grundlage der MFA 1991 – 2000 (WI – H. Schütz)

Bei den nachstehenden Ausführungen ist Folgendes zu beachten:

Auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene entspricht der produktionsbezogene Globale Materialaufwand bzw. die produktionsbezogene Ressourcenentnahme dem durch die Produktion (direkt und indirekt) induzierten Ressourcenverbrauch.

Auf sektoraler Ebene ist diese Entsprechung nicht gegeben. Die sektorale Ressourcenentnahme wird durch die sektorale direkte Produktion sowohl für die Zwischen- als

auch für die Endnachfrage induziert, daher die Bezeichnung von sektoralem direktem Ressourcenaufwand. Der sektoral induzierte Ressourcenverbrauch bzw. direkt und indirekt induzierte Ressourcenaufwand erfolgt im Zuge der bestehenden direkten und indirekten Vorleistungslieferbeziehungen zwischen den Produktionssektoren aufgrund der sektoral produzierten Menge für die Endnachfrage.

Für die Identifikation prioritärer Handlungsfelder für die Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Ressourcenproduktivität ist diese Unterscheidung von Bedeutung. Hierbei kommt es nicht nur auf die direkte sondern auch auf die indirekte Induktion von Ressourcenaufwand an, die von der inländischen Produktion der verschiedenen Gütergruppen ausgeht.

4.2 Direkte TMR - Intensität der produzierten Güter- und Dienstleistungsgruppen durch die deutsche Wirtschaft - Veränderung zwischen 1991 und 2000

Das Verhältnis des sektoralen direkten Globalen Materialaufwands zum sektoralen Produktionswert sowie dessen Veränderung zwischen den Jahren 1991 und 2000 sind in den Spalten "A", "D" und "G" von Tab. 1 dargestellt.

Hierbei werden die direkten TMR-Intensitäten von 30 Gütergruppen³⁰ gezeigt, zu welchen die Produktionssphäre der deutschen Wirtschaft zusammengefasst wurde.

Die Erscheinungsordnung der Produktionsbereiche in der Tab. 1 entspricht der absteigenden Rangfolge der sektoralen direkten und indirekten TMR - Intensitäten bzw. TMR - Multiplikatoren (siehe unten Abschnitt 4.3). Die Produktgruppen (bzw. Sektoren), für welche die höchsten direkten TMR - Intensitäten im betrachteten Zeitraum aufzuweisen sind, befinden sich in den oberen 15 Zeilen der Tabelle.

Eine in der Tabelle 2 ausgewiesene sektorale direkte TMR-Intensität bzw. TMR - Inputkoeffizient bezeichnet die Tonnen TMR, die von einem Sektor zur Erstellung des dort produzierten Gutes im Wert von 1.000 Euro direkt hervorgerufen werden.

Dementsprechend charakterisierte sich der Sektor "Kohle und Torf" in der Zeitspanne von 1991 bis 2000 durch den höchsten sektoralen direkten Ressourcenaufwand je 1.000 Euro Produktion. Im Jahre 2000 betrug der TMR-Inputkoeffizient dieses Sektors 361 Tonnen. Bezogen auf die direkte TMR-Intensität von 1991 (d.h. 185 Tonnen je 1.000 Euro Produktion) stellt er eine Erhöhung von 95% dar.

³⁰ Die 30 Güter- und Dienstleistungsgruppen entsprechen den in dieser Untersuchung 30 betrachteten Sektoren. Unter diesen 30 Sektoren befinden sich 3 Hybrid-Sektoren. Im ersten Hybrid-Sektor "Restl. Produzierendes Gewerbe" werden alle dem Produzierenden Gewerbe zugehörigen Produktionsbereiche zusammengefasst, die nicht vereinzelt aufgelistet sind. Die Aggregation der nicht aufgelisteten marktwirtschaftlichen Dienstleistungssektoren findet im zweiten Hybrid-Sektor "Restl. marktwirtschaftliche DL" statt. Der dritte Hybrid-Sektor "Restl. nicht marktwirtschaftliche DL" umfasst alle nicht marktwirtschaftlichen Dienstleistungen, die nicht vereinzelt ausgewiesen sind. Im Anhang dieser Untersuchung befindet sich eine Auflistung der wirtschaftlichen Aktivitäten, die in den Hybrid-Sektoren zusammengefasst wurden.

Tab. 1: Direkter und indirekter TMR - Intensität der produzierten Güter- und Dienstleistungsgruppen in Deutschland

NACE Rev.1 sect.		Direkter und indirekter Ressourcenaufwand für die im Inland produzierten Gütergruppen für die Letzte Verwendung in Tonnen je 1000 EUR Produktionswert						Veränderung		
		1991			2000			%		
		direkt (A)	indirekt (B)	gesamt (C: A+B)	direkt (D)	indirekt (E)	gesamt (F=D+E)	direkt (G)	indirekt (H)	gesamt (I)
10	Kohle, Torf	185.32	28.16	213.48	361.49	25.76	387.25	95	-9	81
14	Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugnisse	163.72	8.93	172.65	178.52	8.64	187.17	9	-3	8
02	Forstwirtschaft, Erzeug. u. DL	20.35	3.20	23.55	28.46	2.03	30.49	40	-36	29
11	Erdöl, Erdgas	12.33	2.07	14.40	20.99	1.00	21.99	70	-52	53
23	Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- u. Brutstoffe	3.83	18.98	22.81	6.02	13.83	19.85	57	-27	-13
40	Energie u. DL d. Energieversorgung	0.60	35.79	36.40	0.76	17.69	18.45	26	-51	-49
27	Metalle u. Halbzeug daraus	8.29	8.16	16.45	9.03	7.34	16.38	9	-10	0
26	Glas, Keramik, bearbeitete Steine u. Erden	0.88	15.08	15.96	0.88	15.17	16.05	-1	1	1
01	Landwirtschaft, Jagd	8.66	3.40	12.06	8.41	2.93	11.34	-3	-14	-6
21	Papier, Karton, Pappe	1.73	4.61	6.33	1.90	3.81	5.71	10	-17	-10
45	Bauleistungen	1.75	3.78	5.53	1.51	3.80	5.31	-14	1	-4
15	Nahrungsmittel, Getränke	1.06	4.41	5.46	1.06	4.09	5.16	1	-7	-6
28	Metallerzeugnisse	1.41	3.48	4.90	1.56	2.54	4.10	11	-27	-16
05	Fische u. Fischereierzeug.	1.27	1.45	2.72	0.94	2.79	3.73	-26	92	37
24	Chemische Erzeugnisse	0.76	3.54	4.30	0.72	2.75	3.47	-4	-22	-19
20	Holz, Holzwaren (oh. Möbel)	0.54	2.77	3.31	0.53	2.72	3.25	-1	-2	-2
34	Kraftwagen u. Kraftwagenteile	0.61	2.23	2.84	0.49	1.84	2.33	-20	-18	-18
55	DL der Beherbergungen u. Gaststätten	0.40	2.30	2.71	0.44	1.72	2.16	9	-25	-20
17	Textilien	0.22	2.48	2.71	0.36	1.74	2.10	60	-30	-22
29	Maschinen	0.45	1.93	2.38	0.55	1.41	1.95	22	-27	-18
31	Geräte der Elektrizitätserzeugung u. -vertlg.	0.49	1.68	2.17	0.50	1.41	1.91	0	-16	-12
35	Sonstige Fahrzeuge	0.61	1.85	2.46	0.54	0.95	1.49	-12	-49	-39
25	Gummi- u. Kunststoffwaren	0.26	2.11	2.37	0.24	1.20	1.44	-8	-43	-39
	Rest des Produzierenden Gewerbe	0.33	1.45	1.78	0.37	0.94	1.31	11	-35	-27
75	DL d. öffentl. Verwalt., Verteidig., Sozialvers.	0.08	1.07	1.15	0.09	0.85	0.93	15	-21	-19
52	DL des Einzelhandels, sonst. Rep.	0.08	1.03	1.11	0.10	0.60	0.69	15	-42	-38
85	DL des Gesundh., Veterinär- u. Sozialwesens	0.09	0.84	0.93	0.08	0.49	0.56	-18	-42	-40
	Rest der nichtmarktwirtschaftlichen DL	0.04	0.71	0.74	0.04	0.49	0.53	7	-31	-29
	Rest der marktwirtschaftlichen DL	0.04	0.84	0.87	0.03	0.45	0.48	-11	-46	-45
70	DL d. Grundstücks- u. Wohnungswesens	0.00	0.52	0.52	0.00	0.47	0.47	-9	-10	-10
	Alle Produktionssektoren insgesamt			2.00			1.48			-26

Quelle: Acosta 2007 – Eigene Berechnung auf der Grundlage der MIOT 1991 – 2000, PIOT 1995 (beides DESTATIS) und MFA 1991 – 2000 (WI – H. Schütz)

Diese "Verdoppelung" der direkten Ressourcenintensität der Produkte der Kohleindustrie zwischen 1991 und 2000 ist unter anderem auf die Senkung des Preises für Kohle auf dem internationalen Rohstoffmarkt zurückzuführen. Die Abnahme um 65% des Produktionswertes der Kohlenindustrie, welche sich in dieser Zeitperiode ergab³¹, überbog den zeitlich entsprechenden Rückgang um 32% des Ressourcenaufwandes.

Im Falle des Sektors "Energie (Elektro, Gas) u. DL d. Energieversorgung" trat eine andere Situation ein. Der Geldwert seiner Gesamtproduktion stieg im Jahre 2000 um 4% gegenüber 1991; der direkte Ressourcenaufwand erhöhte sich (überwiegend wegen der Zunahme von importierten fossilen Energieträgern) um 30%. Demzufolge stieg die direkte TMR-Intensität zwischen 1991 und 2000 um 26%.

Bezugnehmend auf die Senkung um 14% des direkten TMR je 1.000 Euro Produktion für den Sektor "Bauleistungen" lässt sich folgendes festhalten: Diese Senkung ist zum einem durch die Abnahme um 4% des entsprechenden sektoralen direkten Ressourcenaufwandes³² und zum anderen die Zunahme des Wertes seiner Gesamtproduktion³³ um 12% zustande gekommen.

Ein weiterer beachtlicher Rückgang des TMR - Inputkoeffizienten ist für den Sektor "Kraftwagen u. Kraftwagenteile" festzustellen. Für diesen Sektor lässt sich im betrachteten Zeitraum keine Senkung sondern eine Erhöhung des direkten Ressourcenverbrauchs um 23% konstatieren – dies wegen der Zunahme der importierten Metalle, Biomasse und anderen Produkte.

Jedoch kann diesem Sektor, dank des enormen Anstiegs der von ihm exportierten Mengen, eine relevante Zunahme (54%) des Geldwertes seiner gesamten Produktion zugewiesen werden. Die direkte Ressourcenintensität ist somit im Jahr 2000 um 20% niedriger als im Jahre 1991.

Die beobachtete absolute Veränderung der sektoralen TMR-Inputkoeffizienten bzw. der direkten TMR-Intensität der produzierten Gütergruppen zwischen den Jahren 1991 und 2000 sind für diese und die anderen aufgelisteten Sektoren in Abb. 3 dargestellt³⁴.

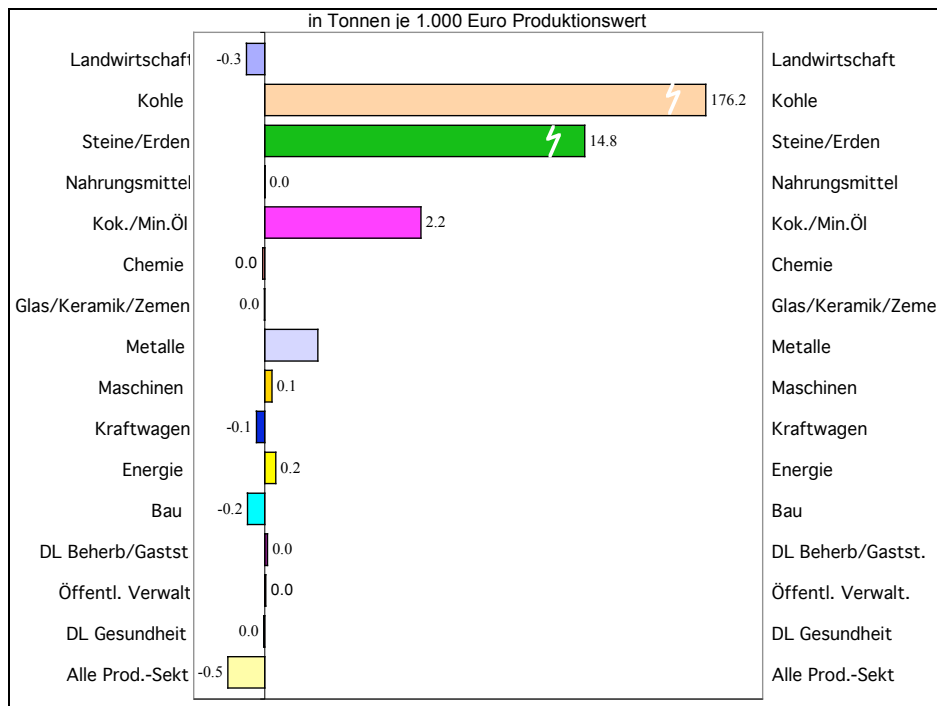
³¹ Der Produktionswert des Sektors "Kohle und Torf" in jeweiligen Preisen verringerte sich zwischen den Jahren 1991 und 2000 um 10,7 Mrd., d.h. von 14,8 Mrd. auf 4,1 Mrd. Der Produktionswert in konstanten Preisen ist dagegen von 15,6 Mrd. auf 5,4 Mrd. gesunken, d.h. um 10,2 Mrd.

³² Aufgrund niedrigeren verursachten inländischen Abraums.

³³ Aufgrund der erhöhten Lieferungen von Vorleistungen für die weitere Transformation im Sektor "Dienstleistungen d. Grundstücks- u. Wohnungswesens" sowie der erhöhten Produktionsmenge von Bauten in Form von Anlageinvestitionen.

³⁴ So lässt sich beispielsweise die 26% Erhöhung der TMR-Intensität (bzw. des TMR-Inputkoeffizienten) vom Sektor "Energie" mit einer absoluten Zunahme von ca. 0,2 kg je Euro Produktionswert gleichsetzen. Demgegenüber bedeutet die Senkung um 3% beim Sektor "Landwirtschaft" eine absolute Verminderung von ca. 0,3 kg je Euro Produktionswert (siehe Tab. 1).

Abb. 3: Direkte TMR-Intensität der im Inland produzierten Gütergruppen - Absolute Veränderung zwischen 1991 und 2000 - Deutschland



Quelle: Acosta 2006 – Eigene Berechnung und Darstellung auf der Grundlage der MIOT 1991 – 2000, PIOT 1995 (beides DESTATIS) und MFA 1991 – 2000 (WI – H. Schütz)

4.3 Direkte und indirekte TMR-Intensität der produzierten Gütergruppen durch die deutsche Wirtschaft - Veränderung zwischen 1991 und 2000

Die direkte und indirekte "TMR-Intensität"³⁵ einer Gütergruppe zeigt die gesamte Ressourcenmenge (hier gemessen in Tonnen), die alle Produktionssektoren zusammen direkt und indirekt aufwenden müssen, wenn der entsprechende Sektor, der diese Gütergruppe produziert, davon eine Einheit für die Endnachfrage (hier gemessen in 1.000 Euro) herstellt.

Die direkte und indirekte Ressourcenaufwandsintensität der produzierten Güter- und Dienstleistungsgruppen durch die deutsche Wirtschaft wird für die Jahre 1991 und 2000 in Tab. 1 aufgelistet³⁶. Hierbei handelt es sich um eine Rangfolge von Gütergruppen aus 30 Produktionsbereichen. Als Kriterium für die Erstellung der absteigenden Rangfolge gilt die Höhe der sektoralen direkten und indirekten Ressourcenintensität im Jahr 2000.

³⁵ Die direkten und indirekten sektoralen Ressourcenaufwendungen, damit jeder Sektor eine Endnachfrageproduktion im Wert von 1000 Euro durchführen kann, sind in der "Ressourcenverbrauch - Inverse" (TMR - Inverse) enthalten. Die Angaben in Tab. 1 entsprechen der Spaltensummen der TMR - Inverse für die Jahre 1991 und 2000. Beide TMR - Inversen wurden für diese Untersuchung durch die multiplikative Verknüpfung des jährlichen Vektors der TMR – Inputkoeffizienten bzw. direkten TMR-Intensitäten (siehe oben Unterkapitel 4.2) und der monetären Leontief-Inverse errechnet.

³⁶ Dies betrifft die mit den Buchstaben (C), (F) und (I) gekennzeichneten Spalten der Tab. 1.

Nach Tab. 1 charakterisierte sich der Sektor "Kohle und Torf" in der Zeitspanne von 1991 bis 2000 nicht nur durch die höchste direkte, sondern auch durch die höchste direkte und indirekte "TMR-Intensität"³⁷. Letztere betrug im Jahre 1991 ca. 213 Tonnen und stieg im Jahre 2000 auf 387 Tonnen je 1000 Euro Endnachfrageproduktion. Der beobachtete Sachverhalt zeigt eine kritische sektorale Erhöhung der direkten und indirekten Ressourcenaufwandsintensität um 81%. Aus Tab. 1 lässt sich entnehmen, dass der Anstieg der direkten und indirekten "TMR-Intensität" des Sektors "Kohle und Torf" überwiegend auf die gewaltige Erhöhung des Ressourcenaufwandes zurückzuführen ist, der mit der direkten Verbrauchsmenge aus der eigenen Produktion zusammenhängt³⁸.

Betreffs der direkten und indirekten "TMR-Intensität" der produzierten Güter durch die Sektoren "Steine und Erden", "Forstwirtschaft", "Erdöl/Erdgas" und "Glas/Keramik/Zement" ergibt sich eine ähnliche Situation.

Dagegen ist für die produzierten Güter der restlichen Wirtschaft eine Senkung ihrer direkten und indirekten "TMR-Intensität" festzustellen. Demzufolge induzierte die Produktion dieser Sektoren im Jahre 2000 einen niedrigeren direkten und indirekten Ressourcenaufwand als im Jahre 1991, um eine Nachfrage mit dem gleichen Geldwert zu befriedigen.

So lässt sich für den Sektor "Energie" die größte absolute Senkung unter den sektoralen direkten und indirekten "TMR-Intensitäten" verzeichnen. Die festgestellte Abnahme beträgt für die betrachtete Zeitperiode ca. 18 t je 1000 Euro Endnachfrageproduktion. Dies bedeutet eine relative Veränderung von -49%. Diese gewaltige Senkung der direkten und indirekten "TMR-Intensität", die die Produktion dieses Sektors kennzeichnet, lässt sich ausschließlich der Abnahme des Ressourcenaufwandes zuschreiben, der mit seinen Vorleistungsbezügen aus anderen Sektoren verbunden ist³⁹. Dies trifft insbesondere auf den induzierten Ressourcenaufwand zu, der mit dem direkten und indirekten Vorleistungsbedarf nach Produkten aus dem Sektor "Kohle und Torf" assoziiert ist.

Bezüglich dieses produktgruppenspezifischen Ressourcenaufwandes ist aus der "TMR - Inverse"⁴⁰ 1991 und 2000 zu entnehmen, dass die Endnachfrageproduktion des Sektors "Energie" im Wert von 1000 Euro eine Ressourcenentnahme durch den Sektor "Kohle und Torf" von ca. 35 t im Jahr 1991 und ca. 17 t im Jahr 2000 induziert hat. Mit Bezug auf die Outputs des Sektors Energie bedeutet diese produktgruppenspezifische Ressourcenaufwandabnahme zunächst die Erzeugung von Strom auf der Basis einer niedrigeren Einsatzmenge von nicht erneuerbaren Energieträgern (Kohle).

³⁷ Je höher die direkte und indirekte TMR – Intensität eines Sektors ist, desto höher ist der induzierte Rohstoffverbrauch pro produzierte Endnachfrageeinheit.

³⁸ Siehe oben Unterkapitel 4.2

³⁹ Im Falle des Sektors "Energie" ist der Verbrauch eigener Produkte im Jahre 2000 mit einem höheren Ressourcenaufwand gegenüber 1991 verbunden. Gleicher Sachverhalt lässt sich auch für die Sektoren "Maschinenbau" und "Kokerei/Mineralöl" nachweisen (siehe Tab. 1).

⁴⁰ Siehe oben Fußnote 35.

Da sich auf Grundlage der "TMR-Inverse" 1991 und 2000 jedoch ein niedrigerer induzierter Ressourcenaufwand durch den Einsatz aller anderen Vorleistungen fester Art feststellen lässt, kann im Falle dieses Sektors nicht nur von einer neuen Produktionstechnik bzw. von einem neuen Prozess-Mix, sondern auch von einem neuen Produkt-Mix gesprochen werden⁴¹.

Die Charakteristika dieses Trends in der Entwicklung der direkten und indirekten "TMR-Intensität", d.h. höhere relative Zunahme der direkten, und höhere relative Abnahme der indirekten "TMR-Intensität" lassen sich auch für andere produzierte Gütergruppen bzw. Produktionsbereiche feststellen. Dazu gehören die Sektoren "Maschinenbau" (-18%) und "Kokerei/Mineralöl" (-13%).

Für Sektoren wie "Kraftwagen", "Chemie" oder "Landwirtschaft" ist die ausgewiesene hohe relative Senkung der sektoralen direkten und indirekten "TMR-Intensität" sowohl auf die Reduktion der direkten als auch der indirekten "TMR-Intensität" zu attribuieren.

Im Falle der Automobilindustrie beträgt die relative Veränderung der sektoralen direkten und indirekten "TMR-Intensität" -18%. Letztere nahm zwischen den Jahren 1991 und 2000 von 2,8 t auf 2,3 t je 1.000 Euro Endnachfrageproduktion ab. Der größte Impuls dafür ging vom verringerten induzierten Ressourcenaufwand aus, der mit den direkten und indirekten Bezügen aus dem Sektor "Kohle und Torf" assoziiert ist⁴².

Für die um 19% niedrigere direkte und indirekte "TMR-Intensität" im Jahr 2000 gegenüber 1991 der Gütergruppe aus dem Sektor "Chemie" ist gleiches festzustellen. Im Falle dieses Sektors trugen hierfür außerdem die niedrigeren Ressourcenaufwendungen bei, die mit den Vorleistungslieferungen aus den Sektoren "Metalle" und "Papier/Pappe" zusammenhängen.

Hingegen ist für andere Sektoren wie "Metalle", "Bauleistungen", "Nahrungsmittel" eine moderate bis geringfügige relative Senkung der entsprechenden sektoralen direkten und indirekten "TMR-Intensität" zu konstatieren⁴³. Diese Sektoren, denen eine hohe direkte und indirekte Ressourcenintensität gemein ist, weisen unterschiedliche Entwicklungen der direkten sowie der indirekten TMR-Intensität ihrer Produkte auf.

So lässt sich für den Sektor "Metalle" eine Erhöhung um 9% der direkten und eine Senkung um 10% der indirekten "TMR-Intensität" registrieren. Daraus folgt eine Reduktion um 0,5% seiner sektoralen direkten und indirekten "TMR-Intensität".

Im Falle des Produktionsbereichs "Bauleistungen" lässt sich die relative Veränderung seiner direkten und indirekten "TMR-Intensität" auf -4% beziffern. Die festgestellte erwünschte Veränderung ist - mengenmäßig betrachtet - auf den induzierten direkten

⁴¹ All dies wird durch die niedrigeren produktgruppenspezifischen Ressourcenaufwendungen belegt, mit welchen die direkten und indirekten Vorleistungsbezüge dieses Sektors assoziiert sind. Hierzu zählt insbesondere die Senkung der Ressourcenentnahme, die mit den Vorleistungsbezügen aus den Sektoren "Erdöl/Erdgas", "Landwirtschaft", "Forstwirtschaft", "Kokerei/Mineralöl" und "Steine und Erden" verbunden ist, die auf einen erhöhten Anteil anderer Stromerzeugungsformen hindeuten.

⁴² Diese "indirekten" Bezüge dienen überwiegend zur Erzeugung von Strom und Stahl.

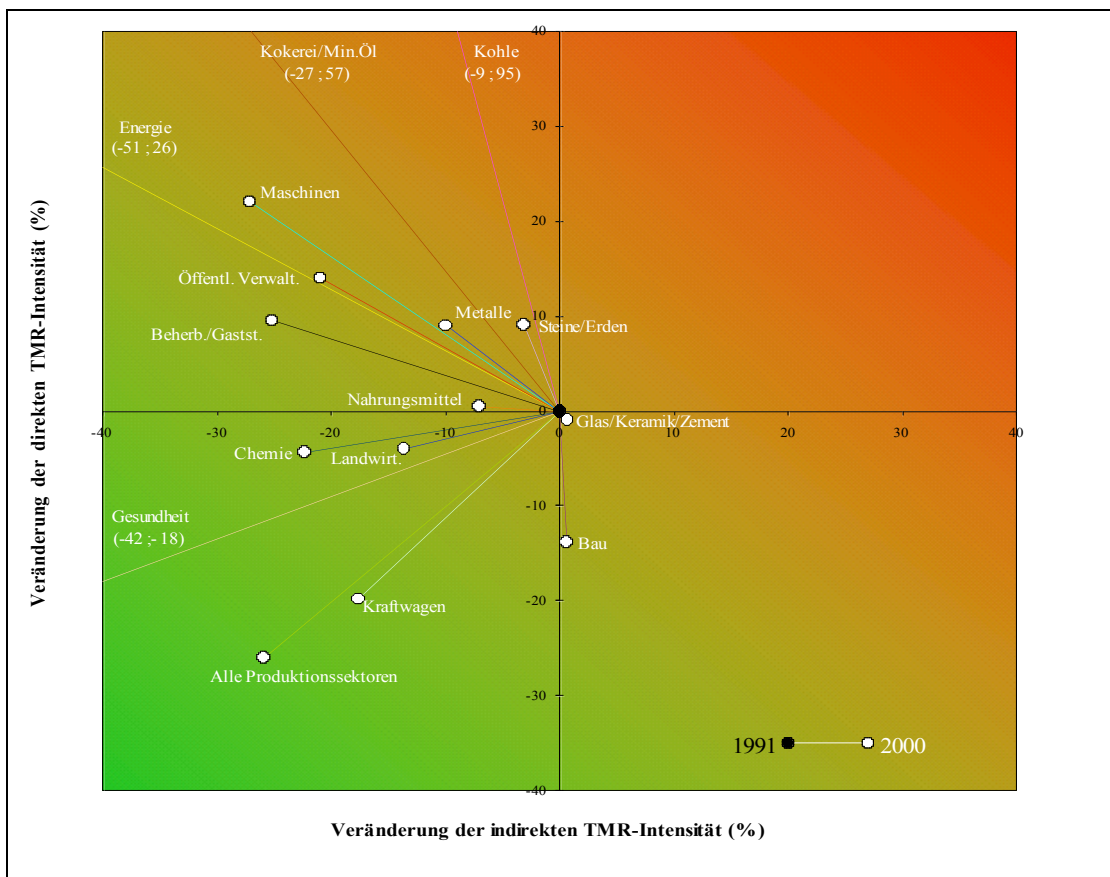
⁴³ Die festgestellte Senkung der direkten und indirekten "TMR-Intensität" für diese Sektoren befindet sich in der Spanne von 0% und 6%.

TMR zurückführen, der mit dem Verbrauch der eigenen Produktion verbunden war. Er sank je 1.000 Euro Endnachfrageproduktion von 1,75 t in 1991 auf 1,51 t im Jahr 2000. Dies kann als Ausdruck einer intrasektoralen effizienteren Produktionsweise interpretiert werden.

Zur Zunahme der indirekten TMR-Intensität des Baugewerbes trugen hierbei insbesondere die Ressourcenaufwendungen bei, die mit den erhöhten Bezügen aus den Produktionsbereichen "Forstwirtschaft" und "Steine u. Erden" verbunden waren. Diese Ressourcenaufwendungen schwächten den relevanten Reduktionseffekt, der durch die niedrigeren Bezugsmengen aus den Sektoren "Kohle, Torf" und "Metalle" ausgelöst wurde.

Analog lassen sich die restlichen sektoralen direkten und indirekten "TMR-Intensitäten" interpretieren. In Abb. 4 werden die relativen Veränderungen der direkten und indirekten Ressourcenintensitäten für ausgewählte Sektoren gegenübergestellt.

Abb. 4: Indirekte TMR -Intensität vs. Direkte TMR - Intensität – Relative Veränderung zwischen 1991 und 2000 - Deutschland



Quelle: Acosta 2007 – Eigene Berechnung und Darstellung auf der Grundlage der MIOT 1991 – 2000, PIOT 1995 (beides DESTATIS) und MFA 1991 – 2000 (WI – H. Schütz)

Der grüne Quadrant (unten links) stellt den Zielbereich dar. Die Sektoren, die sich in diesem Quadranten befinden, wie: Chemie, Kraftwagen, etc weisen nicht nur eine Reduktion ihrer direkten Ressourcenintensität, sondern auch eine Senkung ihrer indirekt induzierten Ressourcenintensität je 1000 Euro Produktionswert auf. Also sind sie im Zeitverlauf ressourceneffizienter geworden.

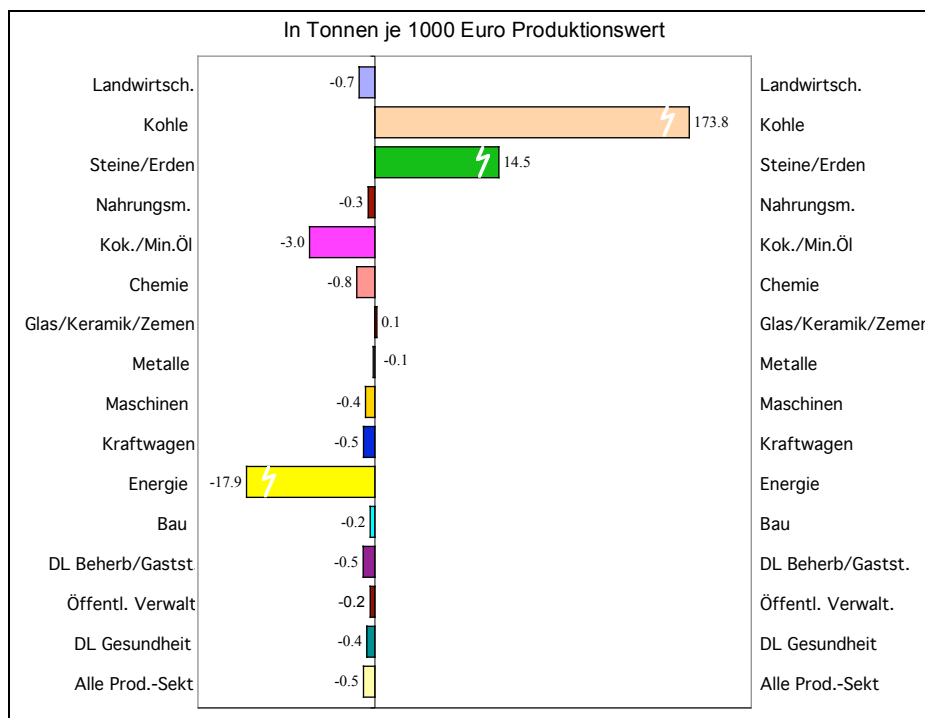
Der rote Quadrant (oben rechts) ist der Bereich der unerwünschten Entwicklung.

Die rot-grünen Quadranten (oben links und unten rechts) sind die Übergangsbereiche. Für die Sektoren, die sich im den oberen Übergangsbereich befinden, wie: Maschinen, Energie, Nahrungsmittel, Metalle, etc ist eine unerwünschte Erhöhung der direkten Ressourcenintensität und eine Senkung des über den Vorleistungseinsatz indirekt induzierten Ressourcenaufwandes je 1.000 Euro Produktionswert charakteristisch.

Die Sektoren, die sich im unteren Übergangsbereich befinden, wie "Bau" und "Glas/Keramik/Zement" zeichnen sich hingegen durch eine Senkung ihrer direkten Ressourcenintensität und eine unerwünschte Erhöhung des über den Vorleistungseinsatz indirekt induzierten Ressourcenaufwandes je 1.000 Euro Produktionswert.

Die ersten Hinweise auf eine mögliche stattgefundene Erhöhung der Ressourcenproduktivität durch Verringerung des insgesamt direkt und indirekt induzierten Ressourcenaufwandes je 1.000 Euro Produktionswert in den verschiedenen Produktionssektoren gibt Abb. 5 an. Hierbei wird die absolute Veränderung zwischen 1991 und 2000 der direkten und indirekten "TMR-Intensitäten" von ausgewählten Sektoren dargestellt.

Abb. 5: Direkte und Indirekte TMR-Intensität der im Inland produzierten Gütergruppen - Absolute Veränderung zwischen 1991 und 2000



Quelle: Acosta 2006 – Eigene Berechnung und Darstellung auf der Grundlage der MIOT 1991 – 2000, PIOT 1995 (beides DESTATIS) und MFA 1991 – 2000 (WI – H. Schütz)

4.4 Direkte und indirekte Auswirkung der inländischen sektoralen Endnachfrageproduktion auf den Ressourcenverbrauch in Deutschland

Die Ressourcenmenge (gemessen in 1.000 Tonnen), die aufgrund der inländischen sektoralen Produktion zum Zwecke der letzten Verwendung (gemessen in Mill. Euro) direkt und indirekt aufgewendet wurde⁴⁴, ist für die Jahre 1991 und 2000 in Tab. 2 zusammengefasst⁴⁵.

Aufgelistet werden hierbei die jeweiligen Ausprägungen für 30 (Hybrid-) Produktionssektoren⁴⁶. Das Bezugsjahr für die absteigende Rangfolge ist das Jahr 2000.

Die in Tab. 2 enthaltenen Angaben zeigen, dass in den Jahren 1991 und 2000 ca.75% des mit der inländischen Produktion verbundenen TMR Deutschlands – d.h. 3928 Mill. t von 5289 Mill. t im Jahre 2000 – auf die Endnachfrageproduktion folgender 12 Sektoren zurückzuführen ist:

- (1) "Bauleistungen"
- (2) "Nahrungs- u. Futtermittel, Getränke"
- (3) "Metalle u. Halbzeug daraus"
- (4) "Energie (Elektro, Gas) und Dienstleistungen der Energieversorgung"
- (5) "Kraftwagen und Kraftwagenteile"
- (6) "Chemische Erzeugnisse"
- (7) "Maschinen"
- (8) "Kohle, Torf"
- (9) "Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd"
- (10) "Kokerei-, Mineralölerzeugnisse, Spalt- u. Brutstoffe"
- (11) "Glas, Keramik, Zement"
- (12) "Steine und Erden"

Die aufgelisteten 12 Sektoren sind demzufolge die ressourcenintensivsten wirtschaftlichen Aktivitäten Deutschlands.

⁴⁴ Hiermit sind sowohl die Materialströme gemeint, die in den Produkten inkorporiert sind, d.h. aus inländischer Entnahme und Importe, als auch die Materialströme, die während der Abbauaktivitäten der ersteren in Form von ökologischen Rucksäcken bzw. nicht verwerteter Entnahme anfallen.

⁴⁵ Dabei handelt es sich um das Produkt des diagonalisierten Vektors der sektoralen direkten und indirekten TMR-Intensitäten (1.000 t/Mill. Euro) mit der Matrix der letzten Verwendung (Mill. Euro).

⁴⁶ Diese Ausprägungen sind in den mit den Buchstaben "(C)" und "(F)" gekennzeichneten Spalten der Tab. 2 enthalten.

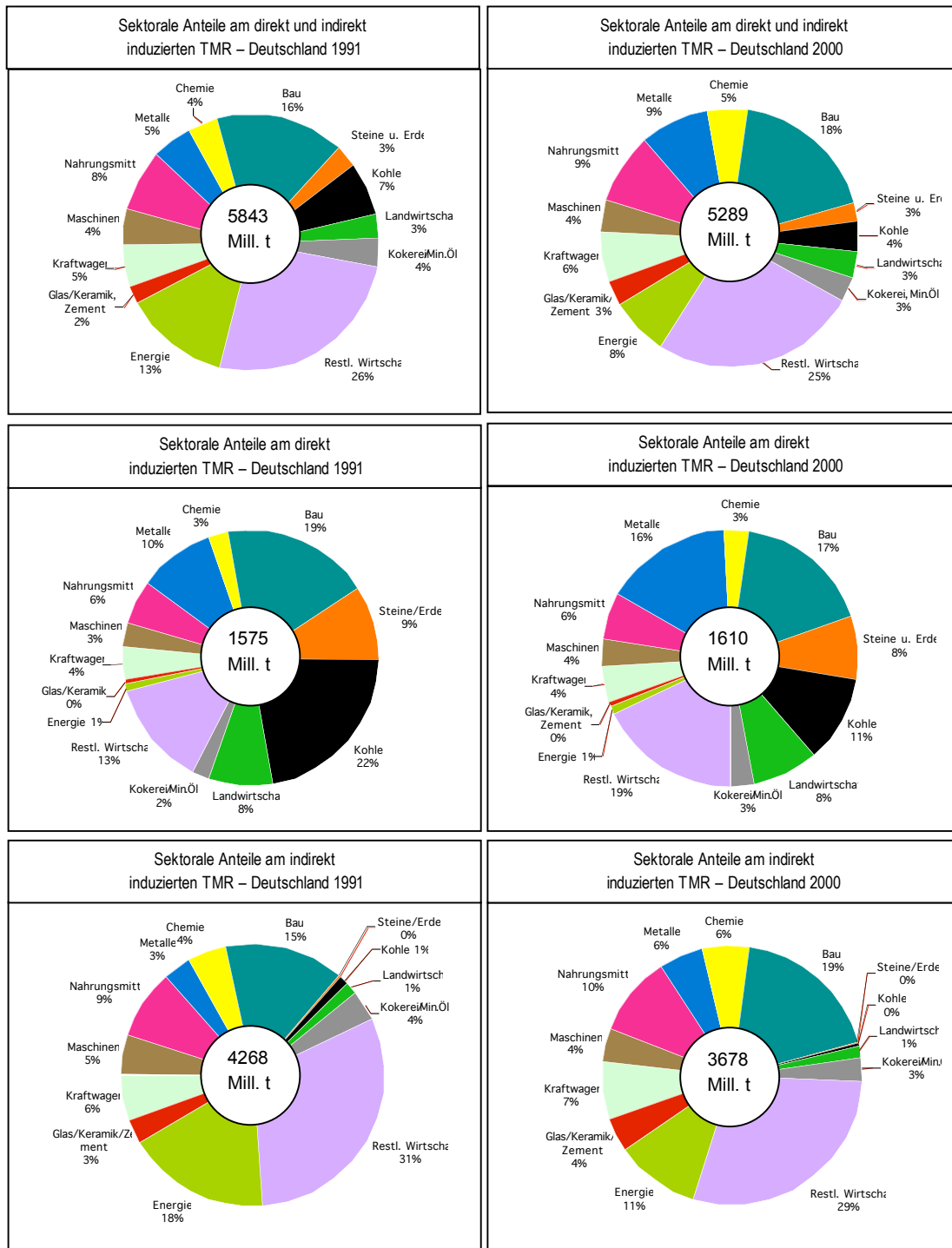
Tab. 2: Direkte und indirekte Auswirkung der inländischen sektoralen Endnachfrageproduktion auf den Ressourcenverbrauch – Deutschland 1991 und 2000

NACE Rev.1 sect.	Produktionsbereich	Auswirkung auf den TMR der Endnachfrageproduktion in 1000 t						Absolute Veränderung		
		1991			2000			1000 t		
		direkt (A)	indirekt (B)	gesamt (C: A+B)	direkt (D)	indirekt (E)	gesamt (F=D+E)	direkt (G)	indirekt (H)	gesamt (I)
45	Bauleistungen	294 599	636 064	930 663	273 941	689 814	963 754	- 20 658	53 750	33 091
15	Nahrungs- u. Futtermittel, Getränke	87 953	366 353	454 306	95 797	368 818	464 615	7 844	2 465	10 309
27	Metalle u. Halbzeug daraus	150 838	148 475	299 313	253 329	205 902	459 231	102 491	57 427	159 918
40	Energie (Elektro, Gas) u. DL d. Energieversorgung	12 658	752 440	765 098	16 612	388 287	404 899	3 954	- 364 153	- 360 199
34	Kraftwagen u. Kraftwagenteile	64 213	236 468	300 681	70 110	264 866	334 975	5 897	28 398	34 294
24	Chemische Erzeugnisse	40 933	191 982	232 915	56 050	213 189	269 239	15 117	21 207	36 324
29	Maschinen	49 574	213 062	262 636	59 188	151 844	211 032	9 614	- 61 218	- 51 603
10	Kohle, Torf	342 477	52 041	394 518	175 323	12 495	187 818	- 167 154	- 39 546	- 206 700
1	Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd	128 932	50 574	179 506	135 419	47 264	182 683	6 487	- 3 310	3 177
	Restl. Produzierendes Gewerbe	38 650	168 499	207 148	50 181	127 455	177 636	11 532	- 41 044	- 29 512
	Restl. marktwirtschaftliche Dienstleistungen	8 827	208 709	217 536	10 586	151 912	162 498	1 759	- 56 797	- 55 038
23	Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- u. Brulstoffe	34 903	173 046	207 950	47 713	109 550	157 264	12 810	- 63 496	- 50 686
26	Glas, Keramik, bearbeitete Steine u. Erden	7 630	130 237	137 867	8 576	148 667	157 243	946	18 430	19 377
14	Steine u. Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	149 317	8 142	157 459	129 608	6 274	135 882	- 19 709	- 1 868	- 21 577
75	DL d. öffentl. Verwalt., d. Verteidig., d. Sozialvers.	10 450	148 348	158 799	12 068	116 748	128 816	1 618	- 31 601	- 29 983
28	Metallerzeugnisse	37 099	91 596	128 696	47 622	77 288	124 910	10 522	- 14 308	- 3 786
55	DL der Beherbergungen u. Gaststätten	19 312	110 658	129 970	20 858	81 684	102 541	1 546	- 28 974	- 27 428
85	DL des Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesens	11 188	100 543	111 731	12 944	82 377	95 321	1 756	- 18 166	- 16 410
70	DL d. Grundstücks- u. Wohnungswesens	636	79 767	80 403	742	91 541	92 283	106	11 773	11 880
	Rest der nichtmarktwirtschaftlichen Dienstleistungen	5 581	105 916	111 497	6 655	82 168	88 823	1 074	- 23 748	- 22 674
21	Papier, Karton, Pappe u. daraus hergestellte Waren	12 786	34 119	46 905	29 216	58 559	87 775	16 430	24 440	40 870
52	DL des Einzelhandels (o. Kfz, Tankst.), sonst. Rep.	9 268	115 609	124 877	11 299	71 002	82 301	2 031	- 44 607	- 42 576
31	Geräte der Elektrizitätserzeugung u. -vertlg. u.ä.	12 894	43 777	56 671	16 227	46 216	62 442	3 333	2 439	5 771
35	Sonstige Fahrzeuge (Schiffe, Luft- u. Raumfz. u.a.)	10 832	32 883	43 715	13 063	23 157	36 220	2 232	- 9 726	- 7 494
25	Gummi- u. Kunststoffwaren	3 187	25 606	28 793	4 897	24 303	29 200	1 710	- 1 303	408
2	Forstwirtsch. Erzeugnisse u. Dienstleistungen	19 110	3 005	22 115	25 297	1 807	27 104	6 187	- 1 198	4 989
17	Textilien	2 411	26 828	29 239	3 744	18 263	22 006	1 333	- 8 565	- 7 232
11	Erdöl, Erdgas	6 003	1 010	7 013	19 879	949	20 828	13 876	- 61	13 815
20	Holz, Holzwaren (oh. Möbel), Flecht- u. Korbwaren	2 370	12 225	14 595	3 029	15 575	18 604	659	3 350	4 010
5	Fische u. Fischereierzeugnisse	210	241	451	236	701	937	26	460	486
	Alle Produktionssektoren insgesamt	1 574 840	4 268 221	5 843 060	1 610 208	3 678 673	5 288 881	35 369	- 589 548	- 554 179

Quelle: Acosta 2006 – Eigene Berechnung auf der Grundlage der MIOT 1991 – 2000, IOT 1995 (beides DESTATIS) und MFA 1991 – 2000 (WI – H. Schütz)

Die entsprechenden sektoralen Anteile am durch die gesamtwirtschaftliche Endnachfrageproduktion direkt und indirekt induzierten Ressourcenaufwand in beiden Jahren sind in Abb. 6 dargestellt.

Abb. 6: Durch die inländische sektorale Endnachfrageproduktion direkt und indirekt induzierter Ressourcenaufwand – Sektorale Anteile TMR – Deutschland 1991 und 2000



Quelle: Acosta 2006 – Eigene Berechnung und Darstellung auf der Grundlage der MIOT 1991 – 2000, IOT 1995 (beides DESTATIS) und MFA 1991 – 2000 (WI – H. Schütz)

Unter allen wirtschaftlichen Aktivitäten hebt sich der induzierte Ressourcenverbrauch durch den Sektor "Bauleistungen" ab. Seine Endnachfrageproduktion veranlasste direkt und indirekt sowohl im Jahre 1991 als auch 2000 einen hohen Ressourcenaufwand⁴⁷. Im Jahre 2000 stellte der verursachte Ressourcenverbrauch durch die Produktion zum Zwecke der letzten Verwendung der Bauindustrie anteilmäßig 18% von gesamtwirtschaftlichen TMR dar. Im Jahre 1991 waren es 16% (Abb. 6).

Für die "Nahrungsmittelindustrie", "Automobilindustrie", den Sektor "Metalle" sowie "Energie" sind ebenfalls hohe Anteile zu registrieren. Diese Anteile überschritten in beiden Jahren die Grenze von 5%.

Dem Ressourcenverbrauch, d.h. dem direkt und indirekt induzierten Ressourcenaufwand⁴⁸, durch die Endnachfrageproduktion aller Dienstleistungssektoren insgesamt ist ein Anteil am gesamtwirtschaftlichen TMR von rund 15% zuzuschreiben.

In Bezug auf den gesamtwirtschaftlichen Ressourcenverbrauch zwischen den Jahren 1991 und 2000, den die sektorale Produktion zum Zwecke der letzten Verwendung induziert hat, lassen sich aus Tab. 2 und Abb. 6 folgende Sachverhalte für die 12 ressourcenintensivsten Sektoren ableiten:

Die größte Zunahme des induzierten Ressourcenverbrauchs durch die sektorale Endnachfrageproduktion weist der Sektor "Metalle" auf. Seine Produktion für die letzte Verwendung im Jahre 2000 induzierte direkt und indirekt einen um 160 Mill. t höheren Ressourcenaufwand gegenüber 1991. Triebfeder für diese gewaltige Erhöhung des induzierten Ressourcenverbrauchs ist die Zunahme der Produktion für den Export dieses Sektors.

Der durch das Baugewerbe induzierte Ressourcenverbrauch im Jahre 2000 ist um 33 Mill. t höher als im Jahre 1991. Die Zunahme dieses sektoral induzierten Ressourcenverbrauchs wurde zu 87% durch die verstärkte Errichtung von Hoch- und Tiefbauten (d.h. Bauinvestitionen) und zu 10% durch den höheren Staatsverbrauch veranlasst⁴⁹. Ausschlaggebend für die Erhöhung des induzierten Ressourcenverbrauchs durch die Bauindustrie war die Zunahme des indirekten Effekts (siehe: Tab. 2, Spalte "H"). Dies trifft insbesondere auf die direkte und indirekte Ressourcenmenge zu, die der Sektor "Steine und Erden" aus der Natur abbaute, damit der Sektor "Bauleistungen" seine Endnachfrageproduktion durchführen konnte.

Die Erhöhung des sektoralen induzierten Ressourcenverbrauchs lässt sich ebenfalls für die Produktionsbereiche: "Nahrungsmittel" (+10 Mill. t), "Kraftwagen" (+34 Mill. t), "Chemie" (+36 Mill. t), "Glas/Keramik/Zement" (+19 Mill. t) und "Landwirtschaft" (+3 Mill. t) feststellen.

⁴⁷ Ab dieser Stelle wird die Bezeichnung von "induziertem Ressourcenverbrauch" für den Ressourcenaufwand verwendet, der direkt und indirekt durch die sektorale/gesamtwirtschaftliche Endnachfrageproduktion induziert wird. Mit dem Begriff "Ressourcenaufwand" ist somit nur die direkte Ressourcenentnahme gemeint.

⁴⁸ Siehe Fußnote 47.

⁴⁹ Der restliche TMR (3%) ergab sich aus der Zunahme der Vorräte.

Der um 10 Mill. t höhere induzierte Ressourcenverbrauch durch die Endnachfrageproduktion des Sektors "Nahrungsmittel" wurde zu 62% wegen der erhöhten eigenen Produktion für den Export und zu 38% wegen der erhöhten direkten Erzeugung für den Konsum bewirkt. Also handelt es sich dabei um die Wirkung einer höheren sektoralen produzierten Menge für die Endnachfrage. Für diesen Sektor lässt sich eine niedrigere direkte und indirekte TMR - Intensität für das Jahr 2000 gegenüber 1991 nachweisen.

Im Falle der Sektoren "Chemie", und "Kraftwagen" ist die in Tab. 2 ausgewiesene Zunahme des entsprechenden induzierten Ressourcenverbrauchs jeweils zu 90% und 62% auf die höhere sektorale Produktion für den Export zurückzuführen. Ferner spielten die niedrigeren entsprechenden sektoralen direkten und indirekten "TMR-Intensitäten" vom Jahre 2000 gegenüber 1991 eine wichtige Rolle⁵⁰.

Ursache für die Zunahme um 19 Mill. t des induzierten Ressourcenverbrauches durch die Endnachfrageproduktion des Sektors "Glas/Keramik/Zement" war sowohl seine höhere direkte und indirekte "TMR-Intensität" als auch seine höhere Produktionsmenge für den Export.

Die Zunahme des induzierten Ressourcenverbrauchs durch die Landwirtschaft ist hingegen überwiegend der höheren Produktionsmenge für den Konsum anzulasten. Demgegenüber sind auf die Erhöhung seiner Produktion von Ausrüstungen und Bauten 31% zurückzuführen. Der gesamte erhöhte Materialeinsatz ergibt sich hierbei trotz einer niedrigeren direkten und indirekten Ressourcenintensität für die landwirtschaftlichen Produkte im Jahre 2000 gegenüber 1991 (siehe Tab. 1).

Den fünf restlichen gesondert ausgewiesenen Sektoren, d.h. "Energie", "Kohle und Torf", "Maschinen", "Kokerei/Mineralöl" und "Steine und Erden" war dagegen eine bedeutsame Senkung des induzierten Ressourcenverbrauchs zwischen den Jahren 1991 und 2000 gemein.

Hierbei stellt sich insbesondere die Abnahme des durch die Endnachfrageproduktion des Sektors "Energie" induzierten TMR heraus⁵¹. Letzterer betrug im Jahr 2000 ca. 405 Mill. t, d.h. 360 Mill. t (-47%) weniger als im Jahr 1991.

Entscheidend für diese sektoralspezifische Ressourcenverbrauchssenkung war die Abnahme der entsprechenden indirekten "TMR-Intensität"⁵². Die Energiewirtschaft, die sich im Jahre 2000 durch eine höhere Produktionsmenge für den Konsum (Private Haushalte und Staat) auszeichnete, konnte demzufolge im Jahre 2000 eine mengenmäßige gleiche Endnachfrageproduktionsmenge wie die vom Jahre 1991 mit der direkten und indirekten Induktion eines niedrigeren Ressourcenaufwands durchführen.

Die Senkung des induzierten Ressourcenverbrauchs, der jeweils mit der Endnachfrageproduktion der Sektoren "Kohle und Torf", "Maschinen", "Kokerei/Mineralöl" und

⁵⁰ Charakteristisch für diese 3 Produktionsbereiche ist der verursachte erhöhte Ressourcenaufwand im Ausland, der mit ihren importierten Vorleistungen (Rohstoffe und Güter) verbunden ist. Dies gilt insbesondere für die Metallindustrie.

⁵¹ Hierbei handelt es sich um Strom und Gas hauptsächlich für die privaten Haushalte.

⁵² Siehe hierzu oben Unterkapitel 4.3.

"Steine und Erden" verbunden war, lässt sich für die betrachtete Zeitperiode wie folgt beziffern: 207 Mill. t (-52%), 52 Mill. t (-20%), 51 Mill. t (-24%) und 26 Mill. t (-14%).

Im Falle des Sektors "Kohle und Torf" ist der größte Teil dieser festgestellten TMR-Abnahme direkter Natur⁵³. Davon sind 50% auf die Verringerung der sektoralen Produktion von Vorräten zurückzuführen, 24% auf die Senkung der sektoralen Produktion für den privaten Konsum und 26 % auf die Reduktion seiner Produktion für den Export assoziiert.

Hinsichtlich des Sektors "Maschinen" ergibt sich die konstatierte Senkung des induzierten TMR (-20 Mill. t), einerseits, durch die Abnahme der direkten und indirekten TMR-Intensität⁵⁴ seiner Produkte und, andererseits, durch die verringerten produzierten Mengen zum Zwecke der Letzten Verwendung. Letzteres betrifft die Produktionsmenge von Ausrüstungen und Vorräten fürs Inland. Die Abnahme des entsprechenden sektoralen "TMR-Multiplikators" führte dazu, die im Jahre 2000 gegenüber 1991 höhere Produktionsmenge für den Export (gemessen in Euro) mit einem niedrigeren Ressourcenverbrauch als im Jahre 1991 durchführen zu können.

Beim Sektor "Kokerei/Mineralöl" wurde die festgestellte Abnahme des durch seine Endnachfrageproduktion verursachten Ressourcenverbrauchs überwiegend durch den indirekten Effekt bestimmt. Letzterer ist auf die niedrigere Einsatzmenge von Vorleistungen aus der Kohleindustrie zurückzuführen.

4.5 Direkte und indirekte Auswirkung der gesamtwirtschaftlichen Produktion für die Endnachfragekomponenten auf den sektoralen Ressourcenaufwand - Deutschland

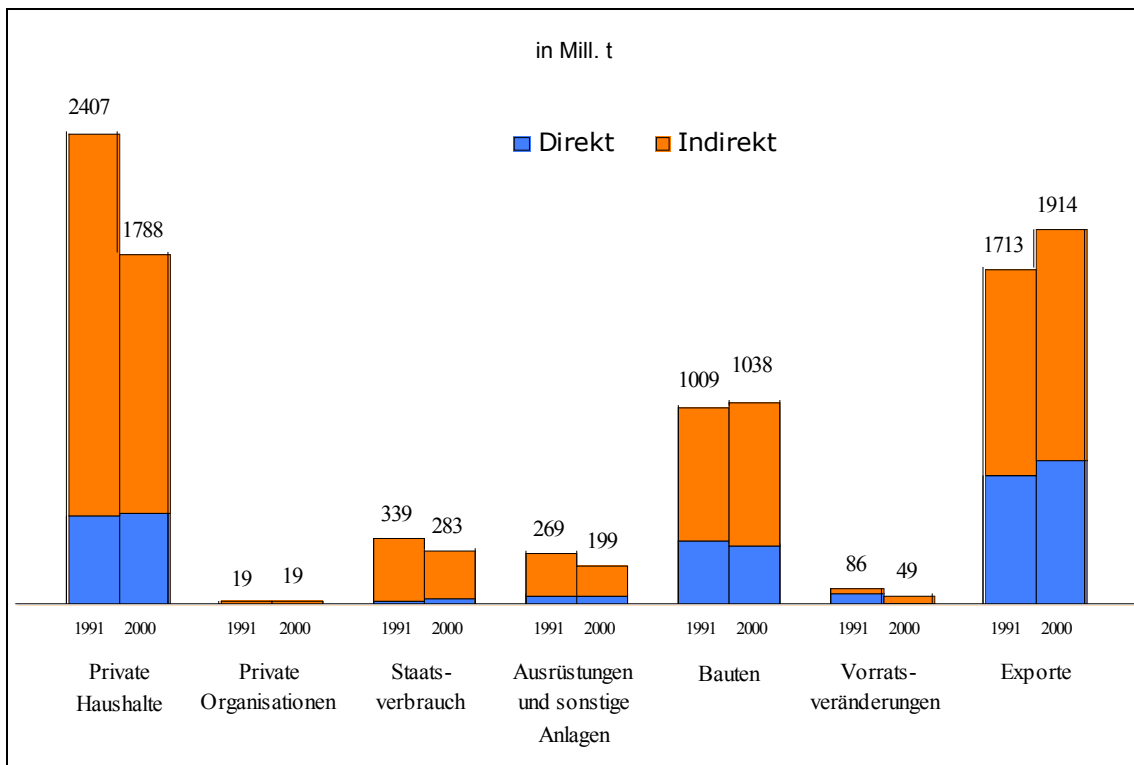
Der Globale Materialaufwand, der im Jahre 1991 und 2000 durch die deutsche inländische Gesamtproduktion für den privaten Konsum, Konsum des Staates, von Bruttoanlageinvestitionen⁵⁵ und für den Export induziert wurde, wird in der Abb. 7 dargestellt.

⁵³ Die Senkung der sektoralen Produktion für die verschiedenen Endnachfragekomponenten kommt durch die Abnahme des entsprechenden Produktionswertes zum Ausdruck.

⁵⁴ Produktionstechnisch gesehen handelt es sich dabei um den Effekt des Einsatzes von kleineren Vorleistungsmengen aus den Sektoren "Kohle, Torf" und "Metalle".

⁵⁵ Laut Statistisches Bundesamt umfassen die Bruttoanlageinvestitionen die Käufe neuer Anlagen (einschl. aller eingeführten und selbst erstellten Anlagen) sowie die Käufe abzüglich der Verkäufe von gebrauchten Anlagen und Land. Als Anlagen werden in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen alle dauerhaften reproduzierbaren Produktionsmittel angesehen, mit Ausnahme nur militärisch nutzbarer Anlagen und Güter, die in die Konsumausgaben des Staates eingehen. Als dauerhaft gelten diejenigen Produktionsmittel, deren Nutzungsdauer mehr als ein Jahr beträgt. Ausgenommen sind geringwertige Güter, vor allem solche, die periodisch wiederbeschafft werden, auch wenn sie eine längere Nutzungsdauer als ein Jahr haben (z. B. kleinere Werkzeuge, Reifen, Büromittel). Größere Reparaturen, die zu einer wesentlichen Steigerung des Wertes einer Anlage führen, sind dagegen Bestandteile der Bruttoanlageinvestitionen. Die Bruttoanlageinvestitionen werden untergliedert in Ausrüstungen (Maschinen, Geräte, Fahrzeuge), Bauten (Wohnbauten, Nichtwohnbauten) und sonstige Anlagen (größtenteils bestehend aus Computersoftware, Urheberrechten und Nutztiere und Nutzpflanzungen). Vgl. Statistisches Bundesamt (2006) S. 633.

Abb. 7: TMR – Gehalt der Komponenten der gesamtwirtschaftlichen inländischen Endnachfrageproduktion - Deutschland 1991 und 2000



Quelle: Acosta 2006 – Eigene Berechnung auf der Grundlage der MIOT 1991 – 2000, PIOT 1995 (beides DESTATIS) und MFA 1991 – 2000 (WI – H. Schütz)

Daraus lässt sich Folgendes ablesen:

- Die Hauptrolle als Treiber des gesamtwirtschaftlichen TMR im Jahre 2000 spielte die Produktion für den Export. Zwischen 1991 und 2000 stieg ihr Anteil von 29% auf 36%.
- Der gesamtwirtschaftliche Ressourcenverbrauch in Deutschland im Jahre 1991 ist hingegen vorwiegend auf den Konsum der privaten Haushalte zurückzuführen. Der Konsum der privaten Haushalte ist im Jahre 1991 Ursache für 41% des produktionsbezogenen TMR Deutschlands gewesen. Im Jahr 2000 war er für lediglich 34% verantwortlich.
- Der verursachte Ressourcenverbrauch durch die Bauinvestitionen blieb in der betrachteten Zeitperiode auf einem relativ konstanten Niveau, Tendenz steigend. Ihr Anteil im Jahre 1991 betrug 17%. Für das Jahr 2000 lässt sich dieser Anteil auf 20% beziffern. In absoluten Größen ist die festgestellte Zunahme des Anteils der Bauten am induzierten gesamtwirtschaftlichen TMR mit einer Zunahme von 28 Mill. t verbunden.
- Die Produktion von Ausrüstungen verursachte im Jahre 2000 direkt und indirekt 4% des gesamtwirtschaftlichen Ressourcenaufwandes. Im Jahre 1991 war es 5%. In absoluten Größen ist das eine Abnahme von 71 Mill. t. Bezogen auf den

verursachten Ressourcenverbrauch im Jahre 1991 stellt dieser Senkung eine relative Veränderung von 26% dar.

- Der gesamte Staatsverbrauch⁵⁶ induzierte im Jahre 2000 einen um 56 Mill. t niedrigeren Ressourcenverbrauch als im Jahre 1991. Der Anteil des Staatsverbrauchs am gesamtwirtschaftlichen induzierten Ressourcenverbrauch blieb jedoch praktisch unverändert. Er variierte von 6% im Jahre 1991 auf 5% im Jahre 2000.

Hinsichtlich der spezifischen Trends der direkten sowie der indirekten Auswirkung der gesamtwirtschaftlichen Produktionsmenge für die Endnachfragekomponenten auf den Ressourcenaufwand werden in Abb. 8 die Veränderungen der einzelnen Auswirkungen dargestellt.

Die Abnahme um 26% des direkt und indirekt induzierten Ressourcenaufwands durch den Konsum der privaten Haushalte im Inland ist hierbei mit einer absoluten Reduktion von -618 Mill. t gleichzusetzen (Abb. 7 und Abb. 8). Diese Senkung geht auf die entsprechende indirekte Auswirkung zurück, d.h. auf den Ressourcenaufwand, der mit den Vorleistungen für die Produktion von Konsumgütern verbunden ist. Für den direkten Ressourcenaufwand, der mit der Produktion von Konsumgütern für die privaten Haushalte assoziiert ist, lässt sich demgegenüber eine leichte Zunahme feststellen⁵⁷.

Für den untersuchten Zeitraum lässt sich andererseits ein Zuwachs um 12% des Produktionswertes (gemessen in Euro) der erzeugten Mengen für den Konsum der Privaten Haushalte feststellen. Daraus ist eine Erhöhung der ökonomisch-physischen Effizienz bei der Produktion von Konsumgütern für die privaten Haushalte abzuleiten.

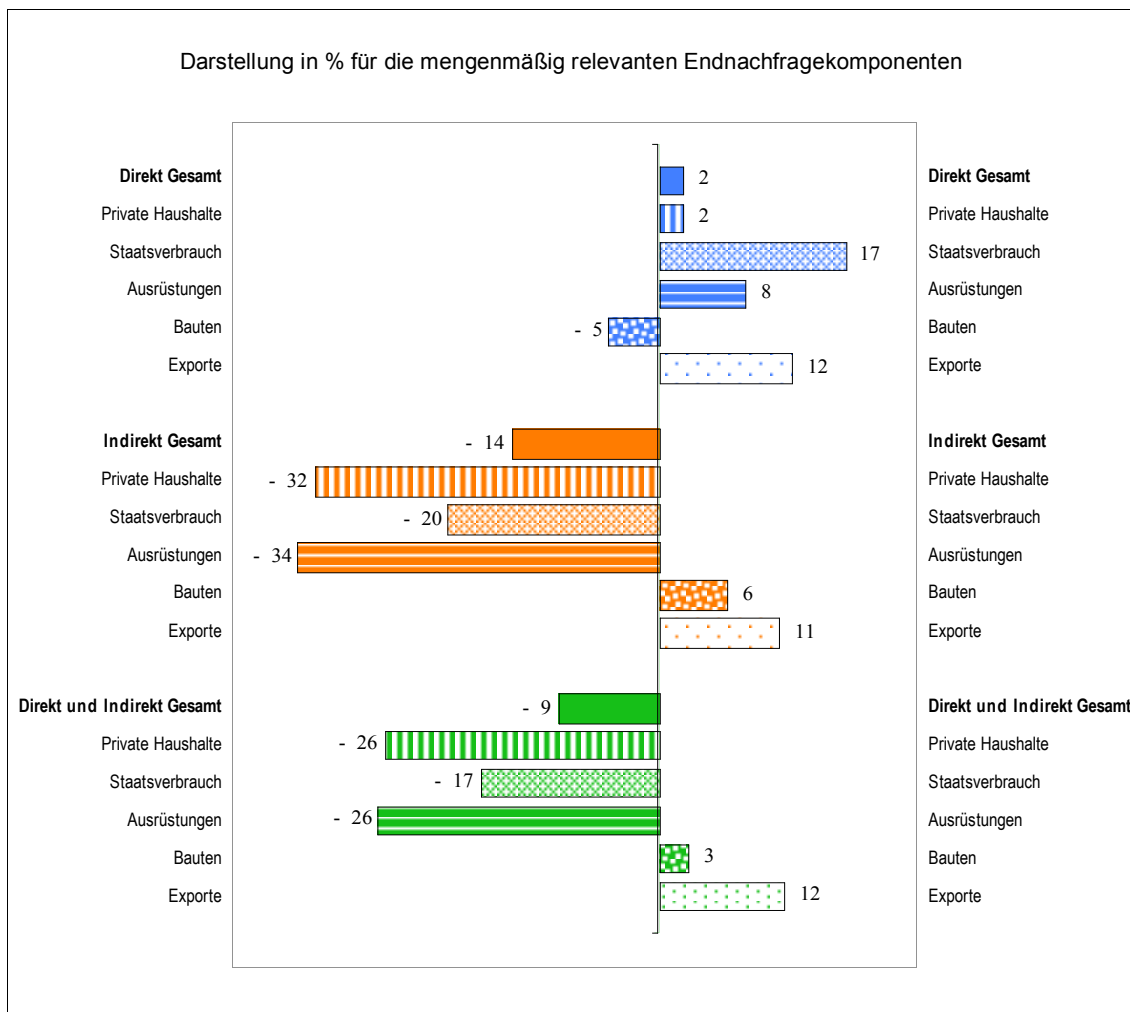
Für die Erhöhung um 201 Mill. t (bzw. 12%) des mit der inländischen Produktion von Exportgütern assoziierten Ressourcenverbrauchs trugen in ähnlichem Maße sowohl der direkte als auch indirekte Effekt bei. Diese unerwünschte Veränderung des mit dem Export verbundenen Ressourcenverbrauchs wird auf der monetären Seite durch einen ebenfalls erhöhten gesamtwirtschaftlichen Geldwert der Exportgüter überkompensiert. Dies führt zur Feststellung einer Steigerung der Ressourceneffizienz.

Die Veränderung um -26% des induzierten Ressourcenverbrauches, der die gesamtwirtschaftliche Produktion von Ausrüstungen auslöste, war auch mit einer Zunahme seines Geldwertes um +2% verbunden. Dies weist ebenfalls die Erhöhung der Ressourcenproduktivität bei der Produktion von Ausrüstungen nach.

⁵⁶ Die Konsumausgaben des Staates oder der privaten Organisationen ohne Erwerbszweck umfassen ihre eigene Produktion und die Ausgaben für Güter, die von Marktproduzenten direkt an private Haushalte geliefert werden — sie sind Teil der sozialen Sachtransfers) — abzüglich der Einnahmen aus Verkäufen an andere Einheiten — Marktproduktion und Zahlungen für sonstige Nichtmarktproduktion — und abzüglich der selbstgestellten Anlagen. Vgl. hierzu: Europäische System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen (ESVG 1995) <http://circa.europa.eu/irc/dsis/nfaccount/info/data/ESA95/de/esa95de.htm>

⁵⁷ Die sektoralen TMR-Beiträge, die die Abnahme des mit der Konsumgüterproduktion verbundenen Ressourcenaufwandes ermöglichen haben, werden weiter unten untersucht.

Abb. 8: TMR – Veränderung des TMR-Gehalts der Endnachfragekomponenten zwischen den Jahren 1991 und 2000



Quelle: Acosta 2007 – Eigene Berechnung auf der Grundlage der MIOT 1991 – 2000, PIOT 1995 (beides DESTATIS) und MFA 1991 – 2000 (WI – H. Schütz)

Trotz der Senkung der direkten Auswirkung auf den TMR um 5% lässt sich für die Endnachfragekomponente "Bauten" eine Zunahme der Nettoauswirkung auf den globalen Materialaufwand um 3% ermitteln. Letztere ist das Resultat des erhöhten indirekten Effekts zwischen den Jahren 1991 und 2000 um 5%. Der direkte und indirekte Vorleistungseinsatz findet hier derart statt, dass bei der produzierten Menge für die Endnachfrage im Jahre 2000 ein höherer Geldwert pro Tonne TMR als im Jahre 1991 erreicht wird.

Also lässt sich für die Zeitperiode zwischen 1991 und 2000 eine Erhöhung der monetär-physischen Effizienz für alle gesamtwirtschaftlichen Endnachfragekomponenten ausweisen.

4.6 Direkte und indirekte Auswirkung der gesamtwirtschaftlichen Produktion für den Konsum, von Anlagen und für den Export – Sektorale Beiträge – Deutschland

Tab. 3 und Tab. 4 zeigen für die Jahre 1991 und 2000 den nach Sektoren aufgegliederten Ressourcenaufwand, den die gesamtwirtschaftliche Produktion für den Konsum⁵⁸, von Anlagen und für den Export (gemessen in Geldeinheiten) direkt und indirekt induziert hat.

Hierzu ist anzumerken, dass es sich dabei um die sektoralen Ressourcenaufwendungen handelt, die in der IO-Analyse Fachsprache als sektorale Ressourcenaufwandsbeiträge zu bezeichnen wären.

Die sektoralen Ressourcenaufwandsbeiträge sind nicht mit dem direkt und indirekt induzierten Ressourcenaufwand gleichzusetzen, der mit der sektoralen Produktion für die verschiedenen Endnachfragekomponenten assoziiert ist. Der Ressourcenverbrauch, den die sektorale Endnachfrageproduktion über alle anderen Sektoren induziert, ist bereits in Abschnitt 4.4 behandelt worden.

Im Gegenteil dazu handelt es sich hier um den Ressourcenaufwand, den die gesamtwirtschaftliche Produktion jeweils von Konsum-, Investitions- und Exportgütern über jedem einzelnen Sektor direkt und indirekt verursacht⁵⁹. Diesbezüglich lassen sich aus den Spalten von Tab. 3 und Tab. 4 folgende Sachverhalte ableiten:

Beim Ressourcenverbrauch, den im Jahr 2000 die gesamtwirtschaftliche Produktion für den Konsum der privaten Haushalte induziert hat, fallen insbesondere die Beiträge folgender Sektoren ins Gewicht (Tab. 4): "Kohle und Torf" (881 Mill. t), "Landwirtschaft" (273 Mill. t), "Steine und Erden" (189 Mill. t), "Nahrungsmittel" (105 Mill. t), "Bauleistungen" (40 Mill. t), "Metalle" (34 Mill. t), "Kokerei/Mineralöl" (33 Mill. t), "Energie" (25 Mill. t), "Forstwirtschaft" (22 Mill. t), "Metallerzeugnisse" (21 Mill. t), "Beherbergungen/Gaststätten" (21 Mill. t), "Erdöl/Erdgas" (19 Mill. t) und "Kraftwagen" (18 Mill. t).

⁵⁸ Unter Konsum wird hier der Verbrauch der privaten Haushalte, der privaten Organisationen ohne Erwerbszweck und des Staates verstanden.

⁵⁹ Mit Bezug auf einen spezifischen Produktionsbereich – z.B. die Kohleindustrie –, eine bestimmte Endnachfragekomponente – z.B. den Export – und eine konkrete Berichtsperiode – z.B. das Jahr 2000 – gibt die entsprechende Eintragung in Tab. 4 die Ressourcenmenge an, die im Jahr 2000 vom Kohlenbergbau aufgrund der gesamten deutschen Exportproduktion aufgewendet wurde, d.h. direkt durch die eigene Produktion für den Export und indirekt durch die Exportproduktion aller restlichen Sektoren.

Tab. 3: Direkte und indirekte Auswirkung der gesamtwirtschaftlichen Produktion für die letzte Verwendung auf den sektoralen Ressourcenaufwand - Deutschland – 1991 (in 1.000 Tonnen)

NACE	Rev.1 sect.: Produktionssektoren	Komponenten der Letzten Verwendung							
		Konsum der privater Haushalte im Inland (A)	Konsum der privater Organisationen ohne Erwerbszweck (B)	Konsum des Staates (C)	Anlageinvestitionen		Vorrats-Veränderungen und Nettzugang an Wertsachen (F)	Exporte (G)	zusammen (H)
					Ausrüst. (D)	Bauten (E)			
1	Erzeugnisse der Landwirtschaft	241 015	673	12 835	-4 097	22 099	-85	94 344	366 784
2	Forstwirtsch. Erzeugnisse u. Dienstleistungen	19 410	91	1 019	744	4 786	-2 373	11 022	34 700
5	Fische u. Fischereierzeugnisse	159	1	16	1	1	44	206	429
10	Kohle, Torf	1 553 012	11 697	197 346	116 745	184 632	112 056	725 189	2 900 676
11	Erdöl, Erdgas	13 668	129	2 196	1 597	1 531	-381	7 292	26 033
14	Steine u. Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	157 417	2 108	49 719	17 844	396 535	-20 658	291 460	894 426
15	Nahrungs- u. Futtermittel, Getränke	100 672	198	3 778	220	539	1 047	19 679	126 133
17	Textilien	1 487	22	317	311	98	365	2 696	5 298
20	Holz, Holzwaren (oh. Möbel), Flecht- u. Korbwaren	2 008	67	633	467	4 051	48	2 019	9 293
21	Papier, Karton, Pappe u. daraus hergestellte Waren	16 535	176	3 226	2 683	2 078	-1 157	22 387	45 927
23	Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- u. Brutstoffe	42 517	319	4 981	2 742	5 666	5 454	20 990	82 669
24	Chemische Erzeugnisse	11 502	177	8 009	1 724	2 730	-165	42 149	66 126
25	Gummi- u. Kunststoffwaren	2 744	23	411	918	1 770	-61	4 923	10 728
26	Glas, Keramik, bearbeitete Steine u. Erden	6 989	60	883	872	14 507	-254	7 967	31 025
27	Metalle u. Halbzeug daraus	51 078	415	6 973	47 804	37 097	-7 150	282 498	418 715
28	Metallerzeugnisse	21 375	272	3 948	16 413	23 609	952	44 117	110 687
29	Maschinen	4 758	33	867	23 232	1 653	-836	35 217	64 923
31	Geräte der Elektrizitätserzeugung u. -vertlg. u. ä.	4 136	44	825	6 932	4 645	-222	15 455	31 814
34	Kraftwagen u. Kraftwagenteile	26 262	12	141	12 112	121	-1 436	36 905	74 116
35	Sonstige Fahrzeuge (Schiffe, Luft- u. Raumfz. u. a.)	622	5	141	2 982	96	309	7 372	11 527
40	Energie (Elektro, Gas) u. DL d. Energieversorgung	20 099	173	2 572	1 550	1 598	16	6 460	32 468
45	Bauleistungen	36 615	702	9 275	2 194	296 055	-414	7 462	351 888
	Rest des Produzierenden Gewerbe	24 410	267	3 752	10 160	867	984	17 997	58 436
52	DL des Einzelhandels (oh. Kfz, Tankst.), sonst. Rep.	8 787	10	778	156	110	0	146	9 987
55	DL der Beherbergungen u. Gaststätten	20 342	36	567	231	232	-93	871	22 187
70	DL d. Grundstücks- u. Wohnungswesens	755	2	35	16	75	0	42	926
	Rest der marktwirtschaftlichen Dienstleistungen	12 846	213	2 297	2 290	1 997	-19	5 548	25 172
75	DL d. öffentl. Verwalt., d. Verteidig., d. Sozialvers.	656	10	10 242	43	166	0	198	11 315
85	DL des Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesens	2 136	573	8 607	-1	6	-5	24	11 339
	Rest der nichtmarktwirtschaftlichen Dienstleistungen	2 984	643	3 081	146	104	0	355	7 312
	Alle Produktionssektoren insgesamt	2 406 996	19 151	339 469	269 033	1 009 453	85 966	1 712 993	5 843 060

Quelle: Acosta 2006 – Eigene Berechnung auf der Grundlage der MIOT 1991, MIOT 1995, PIOT 1995 (beides DESTATIS) und MFA 1991(WI – H. Schütz)

Tab. 4: Direkte und indirekte Auswirkung der gesamtwirtschaftlichen Produktion für die letzte Verwendung auf den sektoralen Ressourcenaufwand - Deutschland – 2000 (in 1.000 Tonnen)

NACE	Rev.1 sect.: Produktionssektoren	Komponenten der Letzten Verwendung							
		Konsum der privater Haushalte im Inland (A)	Konsum der privater Organisationen ohne Erwerbszweck (B)	Konsum des Staates (C)	Anlageinvestitionen		Vorrats-Veränderungen und Nettzugang an Wertsachen (F)	Exporte (G)	zusammen (H)
					Ausrüst. (D)	Bauten (E)			
1	Erzeugnisse der Landwirtschaft,	273 405	898	12 782	1 521	27 836	-16 751	80 138	379 829
2	Forstwirtschaft, Erzeugnisse u. Dienstleistungen	22 061	231	1 996	1 363	10 353	1 262	21 382	58 647
5	Fische u. Fischereierzeugnisse	131	1	10	0	1	-5	238	376
10	Kohle, Torf	880 603	8 139	123 414	64 827	166 881	30 658	705 364	1 979 886
11	Erdöl, Erdgas	19 547	86	1 142	1 289	732	1 350	5 639	29 787
14	Steine u. Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	188 722	3 535	64 775	14 841	454 463	4 897	273 674	1 004 907
15	Nahrungs- u. Futtermittel, Getränke	104 606	287	4 187	220	564	-2 651	24 926	132 139
17	Textilien	1 765	10	158	197	90	-305	3 602	5 516
20	Holz, Holzwaren (oh. Möbel), Flecht- u. Korbwaren	2 296	105	837	569	5 137	-126	3 415	12 232
21	Papier, Karton, Pappe u. daraus hergestellte Waren	14 204	158	2 150	1 814	1 399	1 260	34 904	55 890
23	Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- u. Brutstoffe	32 900	313	4 383	2 150	4 790	15 695	28 714	88 945
24	Chemische Erzeugnisse	9 465	114	5 011	1 191	2 608	741	59 597	78 728
25	Gummi- u. Kunststoffwaren	2 247	27	348	614	1 938	106	7 208	12 486
26	Glas, Keramik, bearbeitete Steine u. Erden	6 641	87	1 018	804	14 803	89	10 309	33 751
27	Metalle u. Halbzeug daraus	34 572	394	5 052	31 382	27 375	8 436	390 278	497 489
28	Metallerzeugnisse	20 989	367	3 997	15 456	29 181	1 755	63 144	134 889
29	Maschinen	6 001	56	1 106	22 866	2 631	-2 070	49 331	79 921
31	Geräte der Elektrizitätserzeugung u. -vertlg. u. ä.	4 051	65	917	6 461	5 864	1 099	21 150	39 607
34	Kraftwagen u. Kraftwagenteile	18 624	23	227	8 160	202	4 291	59 832	91 358
35	Sonstige Fahrzeuge (Schiffe, Luft- u. Raumfz. u. a.)	451	5	359	3 774	97	-296	9 214	13 605
40	Energie (Elektro, Gas) u. DL d. Energieversorgung	24 882	274	3 394	1 692	1 975	64	10 055	42 336
45	Bauleistungen	40 239	1 056	11 570	2 343	274 204	35	10 009	339 455
	Rest des Produzierenden Gewerbe	26 315	364	4 155	11 462	961	-917	29 384	71 723
52	DL des Einzelhandels (oh. Kfz, Tankst.), sonst. Rep.	10 736	15	926	185	172	1	278	12 313
55	DL der Beherbergungen u. Gaststätten	20 727	62	826	264	354	4	2 322	24 560
70	DL d. Grundstücks- u. Wohnungswesens	893	4	61	21	87	0	79	1 145
	Rest der marktwirtschaftlichen Dienstleistungen	14 588	314	2 814	2 785	2 573	13	8 949	32 036
75	DL d. öffentl. Verwalt., d. Verteidig., d. Sozialvers.	849	20	11 827	54	231	1	300	13 283
85	DL des Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesens	2 497	846	9 745	1	6	-3	18	13 111
	Rest der nichtmarktwirtschaftlichen Dienstleistungen	3 493	933	3 646	223	132	-1	506	8 932
	Alle Produktionssektoren insgesamt	1 788 498	18 790	282 835	198 529	1 037 639	48 632	1 913 958	5 288 881

Quelle: Acosta 2006 – Eigene Berechnung auf der Grundlage der MIOT 1995 und 2000, PIOT 1995 (beides DESTATIS) und MFA 2000 (WI – H. Schütz)

Gemessen an den entsprechenden sektoralen gesamten direkten Ressourcenentnahmen stellen die aufgelisteten sektoralen Ressourcenaufwandsbeiträge folgende Anteile dar: "Kohle und Torf" 44%, "Landwirtschaft" 72%⁶⁰, "Steine und Erden" 19%, "Nahrungsmittel" 79%, "Bauleistungen" 12%, "Metalle" 7%, "Kokerei/Mineralöl" 37%, "Energie" 59%, "Metallerzeugnisse" 16%, "Forstwirtschaft" 38%, "Beherbergungen/Gaststätten" 84%, "Erdöl/Erdgas" 66% und „Kraftwagen" 20%.

Für diese sektoralen Ressourcenaufwandsbeiträge treten zwischen 1991 und 2000 folgende mengenmäßig bedeutsame Veränderungen auf:

- Eine Abnahme des Ressourcenaufwandsbeitrags bei den Sektoren "Kohle und Torf" (672 Mill. t), "Metalle" (16 Mill. t), "Kokerei/Mineralöl"(9 Mill. t), "Kraftwagen" (7 Mill. t) und "Metallerzeugnisse" (0,4 Mill. t).
- Eine Zunahme des Ressourcenaufwandsbeitrages bei den Sektoren "Landwirtschaft" (32 Mill. t), "Steine und Erden" (31 Mill. t), "Erdöl/Erdgas" (5,8 Mill. t), "Energie" (4,8 Mill. t), "Nahrungsmittel" (4 Mill. t), "Bauleistungen" (3,6 Mill. t), "Forstwirtschaft" (2,6 Mill. t) und "Beherbergungen/Gaststätten" (0,4 Mill. t)⁶¹.

Die festgestellte Senkung zwischen 1991 und 2000 des Ressourcenaufwandsbeitrages vom Sektor "Kohle und Torf" um 43% ist überwiegend indirekter Natur. Daraus lässt sich zunächst ein niedrigerer Stromverbrauch bei der Herstellung von Konsumprodukten ableiten. Dies lässt sich jedoch relativieren, da der Primärenergieverbrauch in Deutschland zwischen 1991 und 2000 lediglich um rund 2% gesunken ist⁶². Ein höherer Anteil anderer Energieträger ist in diesem Zusammenhang zu deduzieren.

Die Zunahme des Ressourcenaufwandsbeitrages vom Sektor "Landwirtschaft" ist hauptsächlich direkter Natur. Bei Berücksichtigung der niedrigeren TMR-Intensität dieser Gütergruppe im Jahre 2000 gegenüber 1991 handelt es sich dabei um den Effekt des erhöhten Mengenniveaus.

Die Zunahme des Ressourcenaufwandsbeitrages vom Sektor "Steine und Erden" (+20% gegenüber 1991) ist überwiegend indirekter Natur und ergibt sich über den höheren Einsatz von Steine- und Erden bei der Produktion von Konsumgütern durch den Bausektor und die Nahrungsmittelindustrie.

Aus diesen Veränderungen der sektoralen Ressourcenaufwandbeiträge ist für die inländische gesamtwirtschaftliche Produktion für den Konsum dann eine hohe Energieintensität bzw. ein hoher Gehalt an nicht erneuerbaren Energieträgern sowie an Erosion abzuleiten.

Mit Bezug auf den Ressourcenaufwand, der im Jahre 2000 durch die gesamtwirtschaftliche Produktion von Bauten und Infrastrukturen (bzw. Bauinvestitionen) direkt und indi-

⁶⁰ Dies bedeutet, dass 72% der vom Sektor "Landwirtschaft" entnommenen Ressourcen aus der Natur mit der gesamtwirtschaftlichen Herstellung von Konsumgütern assoziiert ist. Eine analoge Interpretation gilt für die anderen sektoralen Anteile.

⁶¹ Eine ähnliche proportionale Wirkung und deren Veränderung lassen sich im Falle des induzierten sektoralen Ressourcenaufwandes durch die Produktion von Konsumgütern für den Staatsverbrauch feststellen.

⁶² Siehe hierzu: Statistisches Bundesamt (Hrsg.) 2005: S. 42ff.

rekt induziert wurde, gehen aus Tab. 4 die Beiträge der Sektoren: "Steine und Erden" (454 Mill. t), "Bauleistungen" (274 Mill. t), "Kohle, Torf" (167 Mill. t), "Metallerzeugnisse" (29 Mill. t), "Metalle" (27 Mill. t), "Landwirtschaft" (28 Mill. t), und "Glas, Keramik, Zement" (15 Mill. t) hervor.

Bezogen auf die entsprechenden sektoralen gesamten direkten Ressourcenentnahmen im Jahr 2000 stellen diese sektoralen Ressourcenaufwandsbeiträge folgende Anteile dar⁶³: "Steine und Erden" 45%, "Bauleistungen" 81%, "Kohle, Torf" 8%, "Metalle" 6%, "Metallerzeugnisse" 22%, "Landwirtschaft" 7%, und "Glas, Keramik, Zement" 44%.

Die Veränderung dieser sektoralen Ressourcenaufwandsbeiträge gegenüber 1991 lässt sich wie folgt gruppieren:

- Eine Abnahme des Ressourcenaufwandsbeitrags der Sektoren "Bauleistungen" (22 Mill. t), "Kohle, Torf" (18 Mill. t) und "Metalle" (10 Mill. t).
- Eine Zunahme des Ressourcenaufwandsbeitrags der Sektoren "Steine und Erden" (58 Mill. t), "Metallerzeugnisse" (5 Mill. t), "Landwirtschaft" (6 Mill. t), und "Glas, Keramik, Zement" (0,3 Mill. t).

Die Senkung des Ressourcenaufwandsbeitrags vom Sektor "Bauleistungen" ist das Resultat einer niedrigeren nicht verwerteten Entnahme. Die Veränderung des Ressourcenaufwandsbeitrages vom Sektor "Kohle und Torf" deutet ihrerseits in erster Linie auf einen niedrigen Stromverbrauch hin. Aus der Senkung des TMR-Beitrags der Metallindustrie lässt sich eine Verringerung des Einsatzes von Baustahl ableiten.

Im Falle der Zunahme des Ressourcenaufwandsbeitrags vom Sektor "Steine und Erden" handelt es sich um einen indirekten Effekt. Dies wurde durch den erhöhten Einsatz von Kies, Sand, Kalk, etc beim Sektor "Bauleistungen" bestimmt. Der Zuwachs des TMR-Beitrags vom Sektor "Landwirtschaft" hängt seinerseits ausschließlich mit der Zunahme der direkten eigenen Produktion von Investitionsgütern, d.h. Nutztiere und Nutzpflanzungen, zusammen.

Aus diesen Veränderungen der sektoralen Ressourcenaufwandsbeiträge lässt sich folgern: Die Bauinvestitionen zeichnen sich vorwiegend durch einen hohen Gehalt an Bau- und Industriemineralien aus.

Hinsichtlich der Ressourcenmenge, die im Jahr 2000 aufgrund der gesamtwirtschaftlichen Produktion für den Export direkt und indirekt aufgewendet wurde, heben sich die Beiträge folgender Sektoren ab: "Kohle und Torf" (705 Mill. t), "Metalle" (390 Mill. t), "Steine und Erden" (273 Mill. t), "Landwirtschaft" (80 Mill. t), "Metallerzeugnisse" (63 Mill. t), "Kraftwagen", (60 Mill. t), "Chemie" (59 Mill. t), "Maschinen" (49 Mill. t) und "Papier/Karton" (35 Mill. t).

Gemessen an entsprechenden sektoralen direkten Ressourcenentnahmen stellen diese sektoralen Ressourcenaufwandsbeiträge folgende Anteile dar: "Kohle und Torf"

⁶³ Mit Bezug auf den Sektor "Steine und Erden" bedeutet dies, dass 45% seiner Ressourcenentnahme direkt und indirekt auf die gesamtwirtschaftliche Errichtung von Bauten und Infrastrukturen zurückzuführen sind.

36%, "Metalle" 78%, "Steine und Erden" 27%, "Landwirtschaft" 21%, "Metallerzeugnisse" 47%, "Kraftwagen" 65%, "Chemie" 76%, "Maschinen" 62% und "Papier/Karton" 62%.

Aus der Gegenüberstellung dieser Ressourcenaufwandsbeiträge und den entsprechenden TMR-Beiträgen von 1991 lassen sich folgende Veränderungen feststellen:

- Die Abnahme des Ressourcenaufwandsbeitrags bei den Sektoren "Kohle und Torf" (20 Mill. t), "Steine und Erden" (18 Mill. t) und "Landwirtschaft" (14 Mill. t);
- Die Zunahme des Ressourcenaufwandsbeitrags bei den Sektoren "Metalle" (108 Mill. t), "Kraftwagen" (23 Mill. t), "Metallerzeugnisse" (19 Mill. t) "Chemie" (17 Mill. t), "Maschinen" (+14 Mill. t), "Papier/Karton" (13 Mill. t).

Die festgestellten Zunahmen der sektoralen Ressourcenaufwandsbeiträge sind hauptsächlich direkter Art. Bei dem Ressourcenaufwand, der durch die Sektoren "Kraftwagen", "Maschinen" und "Metallerzeugnisse" über die Importe betrieben wird, handelt es sich hauptsächlich um Metalle, beim Sektor "Chemie" um fossile Energieträger. Somit ist die gesamtwirtschaftliche Produktion für den Export durch einen hohen Gehalt an nicht erneuerbaren Energieträgern und Metallen charakterisiert.

4.7 Organisationsstruktur des Ressourcenverbrauchs bzw. Materialflüsse in der deutschen Wirtschaft

Der induzierte Ressourcenverbrauch durch die sektorale Endnachfrageproduktion liefert wichtige Hinweise auf die Bereiche, bei denen Ressourceneinsparmöglichkeiten zu untersuchen sind. Diese Hinweise sind aber nicht stichhaltig genug, um bereits von einer eindeutigen Identifizierung der Handlungsfelder, geschweige denn der Prioritätsrangfolge, oder der Potenziale zur Ressourceneffizienzsteigerung zu sprechen.

Dafür sind die absoluten Veränderungen der direkten sowie der indirekten induzierten Ressourcenaufwendungen in der betrachteten Zeitperiode sehr unterschiedlich. Dies trifft insbesondere auf die 12 ressourcenintensivsten Sektoren zu.

Für eine eindeutige Identifizierung prioritärer Handlungsfelder für die Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Ressourcenproduktivität sind zusätzlich zur Ermittlung der Auswirkung des sektoralen technischen Fortschritts (Abschnitt 4.3) und der meso- und makro-ökonomischen Ursachen des Ressourcenverbrauchs (Abschnitt 4.4 und 4.5) weitere Analysen erforderlich.

In dieser Untersuchung wurde der Schwerpunkt auf die Ermittlung der weiteren Auswirkungen der bestehenden intersektoralen Verflechtung gelegt. Dies umfasst die sich daraus ergebende Organisation des Materialflusses in der Wirtschaft (Abschnitt 4.7), und die Ressourcenverbrauchsinduktion, die von einer bestimmten sektoral gesamten produzierten Menge ausgeht (Abschnitt 4.8).

Die Auswirkungen der intersektoralen Verflechtung auf die Organisation der Materialflüsse in der Wirtschaft werden in diesem Abschnitt durchleuchtet.

Hierfür wurde die Ressourcenverbrauchshierarchie durch die Triangulation⁶⁴ der Verflechtungsmatrix des direkten und indirekten sektoralen Ressourcenverbrauchs (TMR-Matrix) ermittelt⁶⁵.

Die ermittelte produktionsbezogene Ressourcenverbrauchshierarchie⁶⁶ dient auf der einen Seite zur Visualisierung bzw. Aufdeckung der "treibenden" Eigenschaft jedes Sektors hinsichtlich des direkten und indirekten Ressourcenverbrauchs in den vorgelagerten Produktionsstufen (Spaltenbetrachtung der TMR-Matrix nach Triangulation).

Auf der anderen Seite wird durch die ermittelte produktionsbezogene Ressourcenverbrauchshierarchie der "materialisierende" Charakter jedes Sektors bezüglich der Ressourcenentnahme aufgrund der Vorleistungserfordernisse in den nachgelagerten Produktionsstufen offen gelegt (Zeilenbetrachtung der TMR-Matrix nach Triangulation).

Beide Eigenschaften sind durch die Zusammensetzung der Endnachfrage sowie durch die in den verschiedenen Sektoren angewendete Produktionstechnik bestimmt.

Abb. 9, Abb. 10 und Tab. 5 enthalten die Ergebnisse der ermittelten produktionsbezogenen Ressourcenverbrauchshierarchie für die Jahre 1991 und 2000. In ihnen wird die Dependenz des sektoralen Produktionsprozesses und somit der gesamten deutschen Wirtschaft vom direkten und indirekten Ressourcenverbrauch in den einzelnen wirtschaftlichen Aktivitäten gezeigt.

In Abb. 9 und Abb. 10 werden lediglich die mengenmäßig relevantesten Materialflüsse - d.h. hauptsächlich größer als 10 Millionen Tonnen – dargestellt.

Jeder in Abb. 9 und Abb. 10 dargestellte Ressourcenstrom - d.h. Pfeil vom Sektor i nach Sektor j - zeigt den Ressourcenaufwand, der mit der direkten und indirekten Vorleistungsproduktion von Sektor i für Sektor j assoziiert ist, damit Sektor j die Nachfrage nach seinen Endprodukte vollständig befriedigen kann⁶⁷.

Ein empfangender Sektor (S_j) kann ohne die direkte und indirekte bezogene Produktionsmenge aus einem liefernden Sektor (S_i) seine Produktion für die letzte Verwendung nicht bzw. nur teilweise verwirklichen. Daher kann jede der in Abb. 9 und Abb. 10 dar-

⁶⁴ Die formale Auslegung der Triangulation einer (Verflechtungs-) Matrix wird im Kapitel 3 dargestellt. Sie besteht im Wesentlichen darin, mittels simultaner Permutation der Matrixzeilen und -spalten, den Inhalt der Matrix in eine Dreiecksform zu bringen. Die Anzahl der möglichen Permutationen - nämlich $n!$ – steigt auf unvorstellbare Größen mit wachsender Anzahl der Sektoren. Für 30 Sektoren ergeben sich $2,6525285981219E+32$ mögliche Permutationen.

⁶⁵ Unter Verflechtungsmatrix des direkt und indirekt induzierten Ressourcenaufwandes, kurz TMR-Matrix, wird hier die in Materialströmen (TMR) umgerechnete Matrix der Produktionssysteme verstanden. Der Begriff Subsysteme in der IO-Analyse geht auf Sraffa(1976) und Pasinetti (1973) zurück. Hierbei geht es um die Verschiebung der Zurechnung auf das Produktionssystem, also auf die Subsysteme. Siehe hierzu Holub, Schnabl (1994), S. 306.

⁶⁶ Hinter der Reihenfolge, in der die Sektoren innerhalb einer MIOT angeordnet sind, steht in der Regel die Vorstellung einer Stufenordnung im Entwicklungsgeschehen einer Wirtschaft, also primärer, sekundärer und tertiärer Bereich. Aus dieser Reihenfolge, die keine zwingende Anordnung der Produktionssektoren darstellt, ist wegen des rekursiven Verhaltens der Lieferungen zwischen den Produktionssektoren und der Anzahl der untersuchten Aktivitäten die Produktionshierarchie nicht ohne weiteres erkenntlich.

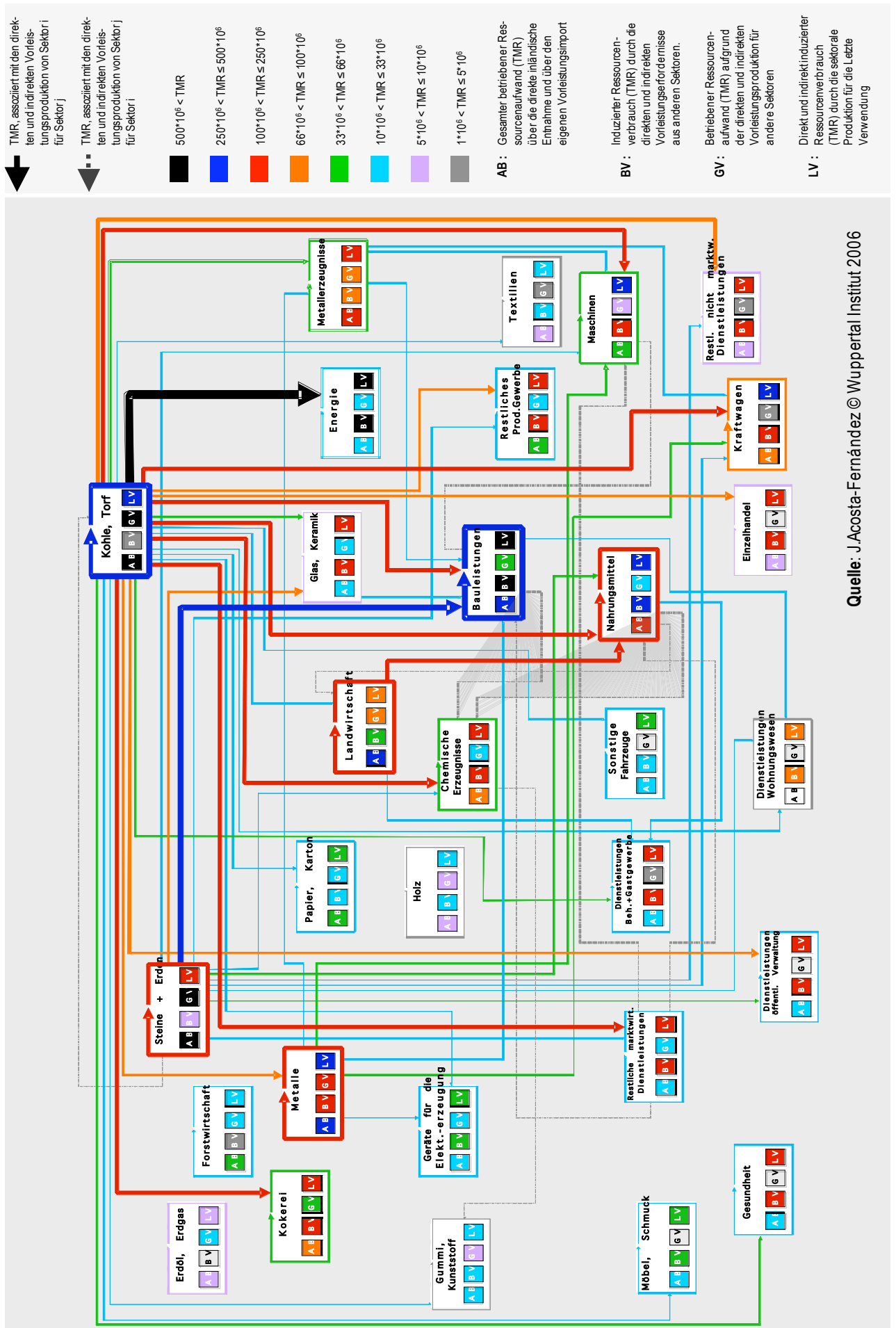
⁶⁷ Die sektorale Produktion von Vorleistungen und für die Endnachfrage, auf die sich die in Abb. 9 und Abb. 10 dargestellten Ressourcenströme beziehen, wird in monetären Einheiten gemessen. Sie sind in der MIOT 1991 und 2000 enthalten.

gestellten direkten und indirekten Materialströme auch als der Abhängigkeitsgrad des im empfangenden Sektor durchzuführenden Produktionsprozesses vom Ressourcenverbrauch in dem liefernden Sektor interpretiert werden. Hierbei wird der sektorale physische mengenbezogene Abhängigkeitsgrad in Millionen Tonnen ausgedrückt.

Aus Abb. 9 und Abb. 10 lässt sich somit in Bezug auf den Ressourcenverbrauch, der mit dem Produktionsprozess im Deutschland assoziiert ist, folgendes erkennen:

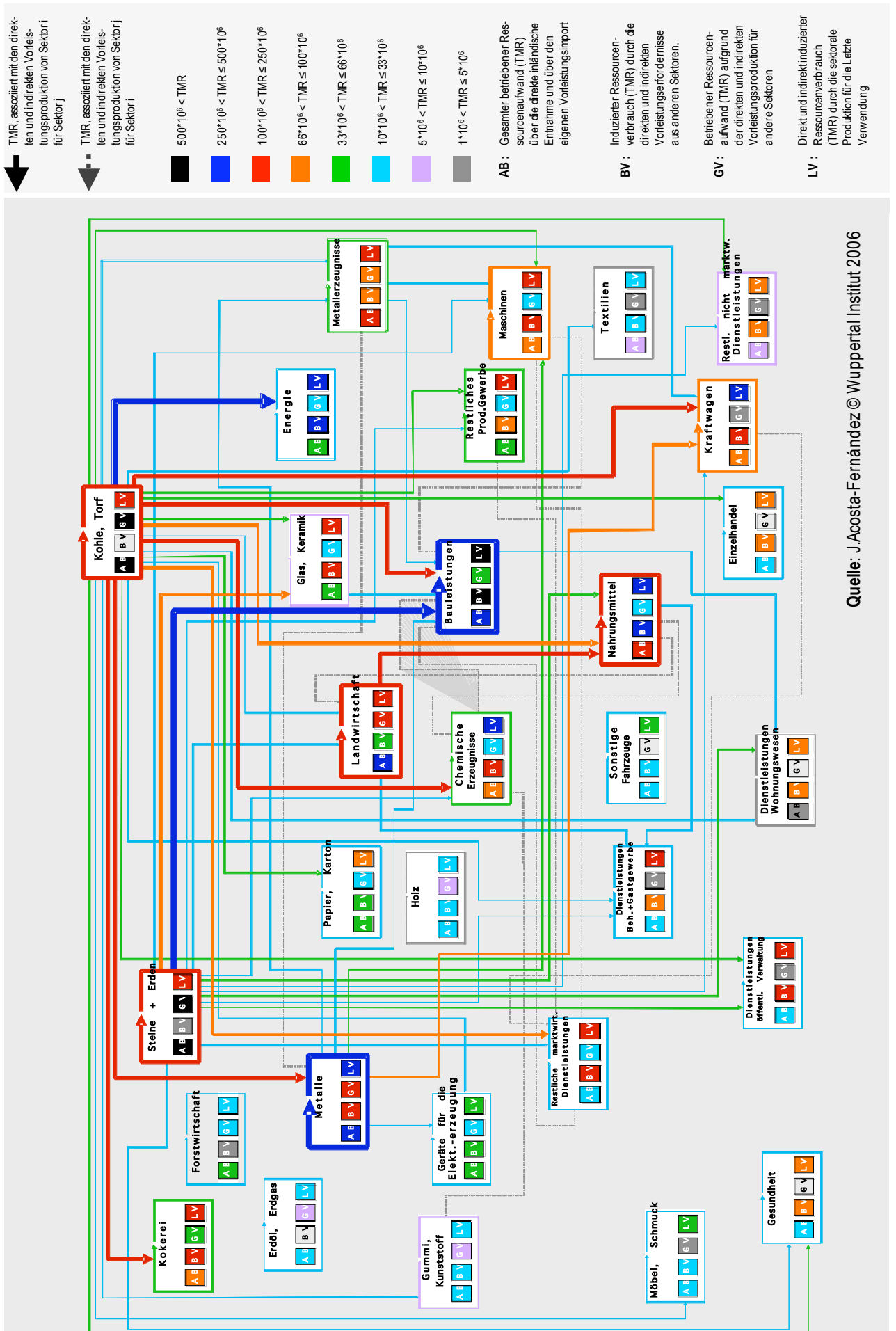
- Die Ressourcenströme, die die sektorale inländische Produktion für die letzte Verwendung induzieren, sind durch eine vorwärts gerichtete Flussrichtung charakterisiert, d.h. der produktionsbezogene Ressourcenverbrauch ist fast ausschließlich linear organisiert.
- Zyklische Ressourcenströme haben am gesamten produktionsbezogenen Ressourcenverbrauch einen geringen Anteil. Die Ressourcenflussrichtung ist somit beinahe rekursiv.

Abb. 9: Direkt und indirekt induzierter Ressourcenverbrauch durch die sektorale inländische Produktion für die Letzte Verwendung - Deutschland 1991



Quelle: J. Acosta-Fernández © Wuppertal Institut 2006

Abb. 10: Direkt und indirekt induzierter Ressourcenverbrauch durch die sektorale inländische Produktion für die Letzte Verwendung - Deutschland 2000



Quelle: J. Acosta-Fernandez © Wuppertal Institut 2006

Dies bedeutet, die Ressourcenströme in Deutschland beginnen mit der höheren Ressourcenentnahme durch die Grundstoff produzierenden Sektoren (Kohle, Steine und Erden, etc) und münden beinahe ohne Rückfluss hauptsächlich in die Bereiche der Endnachfrageproduktion (Nahrungsmittelindustrie, Automobilindustrie, Dienstleistungssektoren etc.)

Aus Abb. 9 und Abb. 10 können ferner die unterschiedlichen Funktionen der Produktionssektoren als "Entnehmer", "Umwandler" und "Endnachfrager" abgeleitet werden. Dementsprechend lassen sich die Produktionssektoren in drei Gruppen unterteilen (Tab. 5):

Zur Gruppe "Entnahme" gehörten im Jahre 2000 die Produktionsbereiche: "Kohle und Torf", "Steine und Erden", "Forstwirtschaft" und "Erdöl und Erdgas". Charakteristisch für diese Sektoren, die im vorderen Bereich der Abb. 9 und Abb. 10 dargestellt sind⁶⁸, ist eine hohe Ressourcenentnahme bzw. ein hoher Ressourcenaufwand.

Diese vier Sektoren bauten insgesamt 3073 Mill. t Ressourcen aus der Natur ab – d.h. 58% des produktionsbezogenen gesamtwirtschaftlichen Ressourcenaufwandes. Davon verblieben in diesen Sektoren ca. 12 % für den eigenen Verbrauch. Die Produktion für die letzte Verwendung dieser Sektoren setzt den direkten und indirekten Einsatz von Vorleistungen voraus, die zwar ressourcenintensiv sein können, jedoch aufgrund der eingesetzten Mengen mehrheitlich mit einem relativ niedrigen gesamten Ressourcenverbrauch verbunden sind⁶⁹. Im Jahre 2000 verursachte die Endnachfrageproduktion dieser vier Sektoren über die restlichen Wirtschaftsaktivitäten einen indirekten Ressourcenaufwand von lediglich 3 Mill. t. Das Verhältnis zwischen dem induzierten Ressourcenverbrauch durch ihre Endnachfrageproduktion und der direkten Ressourcenentnahme ergibt einen Faktor von 0,18.

Zur Gruppe "Umwandlung" gehören die Produktionsbereiche, die sowohl produktions- als auch nachfrageorientierte Sektoren sind, wie "Metallerzeugnisse", "Metalle", "Glas, Keramik", "Papier/Pappe", etc. Der betriebene Ressourcenaufwand durch diese Sektoren, die im mittleren Feld der Abb. 10 dargestellt sind, findet meistens im Ausland statt. Er betrifft die Ressourcenentnahme, die mit den Importen dieser Sektorengruppe assoziiert ist. Dieser Ressourcenaufwand stieg im Jahre 2000 auf 1.327 Mill. t – d.h. 25% des gesamtwirtschaftlichen TMR. Davon verblieben in diesen Sektoren 57% für den Eigenverbrauch. Die Endnachfrageproduktion dieser Sektoren war hingegen mit einem indirekten Ressourcenaufwand von 1452 Mill. t insgesamt verbunden. Daraus folgt ein Verhältnis zwischen den durch ihre Endnachfrageproduktion induzierten Ressourcenverbrauch und ihrem eigenen direkten Ressourcenaufwand von 1,09.

⁶⁸ Die von jedem Sektor belegte Position im TMR-Flussdiagramm entspricht der Position des Sektors in der durch Triangulation ermittelten Ressourcenverbrauchs-Rangfolge. Dies kommt im Flussdiagramm dadurch zum Ausdruck, dass jeder Sektor auf einer bestimmten Ebene abgebildet wurde. Eine Ebene enthält daher nur einen Sektor.

⁶⁹ Hierzu ist erneut anzumerken, dass in der Abb. 9 und Abb. 10 hauptsächlich Ressourcenströme dargestellt sind, die größer als 10 Millionen Tonnen sind. Die wenigen Ressourcenströme unter 5 Mill. t sind durch getrennte Linien gekennzeichnet. Diese Ressourcenströme bringen die mengenmäßig bedeutsamste Vorleistungsinterdependenz zwischen den Produktionssektoren zum Ausdruck.

Tab. 5: Organisationsstruktur der Ressourcenströme in Deutschland – 2000 - Sektorengruppen nach Triangulation der TMR -Verflechtungsmatrix 2000

Herkunft	Ressourcenströme	Bereich: "Entnahme"		Bereich: "Umwandlung"		Bereich: "Endnachfrage"		Gesamt	
		Mill. t		Mill. t		Mill. t		Mill. t	
		1991	200	1991	200	1991	200	1991	200
Bereich: "Entnahme"		578.76	370.57	702.16	678.97	2574.92	2023.69	3855.83	3073.23
	Kohle, Torf	399.61	192.37	554.63	516.77	1946.43	1270.74	2900.68	1979.89
	Steine und Erden	153.45	132.28	136.10	143.92	604.87	728.71	894.43	1004.91
	Forstwirtschaft	19.53	25.86	6.59	15.76	8.58	17.03	34.70	58.65
	Erdöl, Erdgas	6.17	20.06	4.83	2.52	15.03	7.21	26.03	29.79
Bereich: "Umwandlung"		1.68	0.69	582.54	751.61	582.28	574.92	1166.51	1327.22
	Kokerei, Mineralöl	0.21	0.10	47.73	58.41	34.72	30.43	82.67	88.94
	Glas, Keramik, Zement	0.03	0.02	10.43	11.86	20.57	21.87	31.02	33.75
	Metalle	0.65	0.23	239.98	341.64	178.08	155.62	418.72	497.49
	Papier, Karton, Pappe	0.06	0.04	22.36	38.63	23.50	17.22	45.93	55.89
	Landwirtschaft, Jagd	0.31	0.11	138.63	143.41	227.84	236.31	366.78	379.83
	Metallerzeugnisse	0.33	0.14	52.40	66.50	57.96	68.24	110.69	134.89
	Holz, Holzwaren	0.01	0.01	3.93	5.20	5.35	7.03	9.29	12.23
	Gummi- u. Kunststoffwaren	0.01	0.00	4.24	6.14	6.47	6.34	10.73	12.49
	Geräte der Elektrizitätserzeugung	0.03	0.01	17.52	22.60	14.27	16.99	31.81	39.61
	Fischerei	0.00	0.00	0.22	0.25	0.21	0.12	0.43	0.38
	Restl. Produzierendes Gewerbe	0.03	0.02	45.10	56.97	13.30	14.74	58.44	71.72
Bereich: Endnachfrage		0.66	0.38	23.05	27.34	801.04	860.72	824.75	888.44
	Energie (Elektro, Gas)	0.12	0.07	4.48	6.09	27.87	36.18	32.47	42.34
	Chemische Erzeugnisse	0.07	0.04	5.59	5.50	60.46	73.19	66.13	78.73
	Bauleistungen	0.24	0.12	4.48	5.45	347.17	333.88	351.89	339.46
	Maschinen	0.12	0.08	2.10	2.98	62.70	76.86	64.92	79.92
	Restl. marktwirtsch. Dienstleistungen	0.05	0.05	2.39	3.20	22.73	28.79	25.17	32.04
	Textilien	0.00	0.00	1.05	0.63	4.25	4.89	5.30	5.52
	Nahrungsmittel, Getränke	0.02	0.01	2.04	1.91	124.07	130.22	126.13	132.14
	Sonstige Fahrzeuge	0.00	0.00	0.06	0.05	11.47	13.55	11.53	13.61
	Dienstl. der Beherbergungen u. Gaststätten	0.01	0.01	0.37	0.51	21.80	24.05	22.19	24.56
	Restl. nicht marktwirtsch. Dienstleist.	0.00	0.00	0.03	0.29	11.30	8.64	11.34	8.93
	Kraftwagen und Kraftwagenteile	0.01	0.00	0.20	0.35	73.92	91.00	74.12	91.36
	Dienstleistungen des Einzelhandels	0.00	0.00	0.09	0.15	9.89	12.16	9.99	12.31
	Dienstleistungen d. öffentl. Verwalt.	0.00	0.00	0.11	0.16	11.20	13.12	11.31	13.28
	Dienstl. Grundstücks- u. Wohnungswesens	0.00	0.00	0.02	0.04	0.90	1.11	0.93	1.15
	Dienstl. Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialw.	0.00	0.00	0.03	0.03	11.30	13.08	11.34	13.11
Gesamt		581.10	371.63	1307.75	1457.92	3958.24	3459.32	5847.09	5288.88

Quelle: Acosta 2007 – Eigene Ermittlung auf der Grundlage der MIOT 1991 – 2000, PIOT 1995 (beides DESTATIS) und MFA 1991 – 2000 (WI – H. Schütz)

Sektoren wie die Nahrungsmittelindustrie, die Fahrzeugindustrie, das Baugewerbe etc. und die Gesamtheit aller Dienstleistungen, die im untersten Bereich von Abb. 9 und Abb. 10 dargestellt sind, bilden die Gruppe "Endnachfrage". Der direkte Ressourcenaufwand, der von diesen Sektoren betrieben wurde⁷⁰ lässt sich für das Jahr 2000 auf 888 Mill. t beziffern, d.h. 17% des produktionsbezogenen TMR im Deutschland. Davon dienten 97% dem Eigenverbrauch. Demgegenüber setzte die Produktion für die letzte Verwendung dieser Sektoren einen Ressourcenverbrauch von insgesamt 3459 Mill. t voraus, d.h. 65% des TMR Deutschlands im Jahr 2000. Hieraus leitet sich ein Faktor von 3,89 als Verhältnis zwischen dem durch ihre Endnachfrageproduktion induzierten Ressourcenverbrauch und der direkten Ressourcenentnahme ab.

Daraus folgt eine starke Abhängigkeit der inländischen Produktion von den Lieferungen aus den Sektoren "Kohle, Torf" und "Steine und Erden", sowie einen hohen jedoch unterschiedlichen Bestimmungsgrad der Sektoren "Energie", "Bauleistungen", "Chemie", "Nahrungsmittel", "Maschinen", "Kraftwagen" auf das Niveau des gesamtwirtschaftlichen Ressourcenverbrauchs.

Andere Sektoren wie "Metalle" und "Glas/Keramik/Zement" oder "Kokerei/Mineralöl" spielen dabei eine Verknüpfungsfunktion von großer Relevanz für den Ressourcenverbrauch. Meistens gelangen über die Vorleistungsproduktion dieser Sektoren die extrahierten Ressourcen durch die entnehmenden Sektoren in den endnachfragenden Produktionsbereichen.

Somit wird durch die Herausfilterung der produktionsbezogenen Ressourcenverbrauchshierarchie explizit gezeigt: (1) in welchem Bereich bzw. Cluster ("Entnahme", "Umwandlung", „Endnachfrage“) jeder Sektor in der bestehenden Produktionsstruktur angeordnet ist, und (2) den branchenbezogenen Schwerpunkt, den clusterspezifische Handlungsmaßnahmen haben sollen, so dass sie mit einem besonders hohen Multiplikatoreffekt wirken können.

4.8 Quantifizierung der Auswirkung eines hypothetischen sektoralen Produktionsausfalls auf den gesamtwirtschaftlichen Ressourcenverbrauch

Den Hinweis auf die wichtigsten Aktionsfelder für die Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Ressourcenproduktivität, die die Auflistung von Tab. 2 gibt, sowie die Feststellungen hinsichtlich der Organisation der Materialflüsse, die die Triangulation der TMR-Matrix ermöglicht (Tab. 5, Abb. 9 und Abb. 10), wurden durch die Quantifizierung der Auswirkung eines hypothetischen sektoralen Produktionsausfalls auf den gesamtwirtschaftlichen Ressourcenverbrauch (back- and forward total interindustry linkages) überprüft.

⁷⁰ Der direkte Ressourcenaufwand dieser Sektoren findet überwiegend über die importierten Rohstoffe und Halbzeugprodukte statt. Im Falle des Baugewerbes handelt es sich dabei zum großen Teil um die nicht wertete Entnahme im Inland.

Hierfür wurde der Ansatz der "hypothetischen Extraktionsmethode"⁷¹ angewendet.

Tab. 6: Gesamtwirtschaftliche Ressourcenverbrauchsauswirkung eines hypothetischen sektoralen Produktionsausfalls - Deutschland - 2000

NACE Rev.1 sect.:	Produktionsbereich	Gesamte direkte und indirekte TMR-Auswirkung eines hypothetischen sektoralen Produktionsausfalls im Wert von 1 Mill. Euro - Deutschland Jahr 2000					
		TMR-Auswirkung der ausgefallenen Bezugsmenge (backward linkage) in 1000 t		TMR-Auswirkung der ausgefallenen Liefermenge (forward linkage) in 1000 t		TMR-Auswirkung der ausgefallenen Bezugs- und Liefermenge (back- and forward linkage) insgesamt	
		inklusive eigene Produktion (A)	ohne eigener Produktion (B)	inklusive eigene Produktion (C)	ohne eigene Produktion (D)	inklusive eigene Produktion (E: A+B)	Ohne eigene Produktion (F: D+E)
10	Kohle, Torf	-362.97	-1.48	-424.01	-62.52	-425.49	-64.00
14	Sleine u. Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	-184.61	-6.09	-196.72	-18.20	-202.81	-24.29
02	Forstwirtsch. Erzeugnisse u. Dienstleistungen	-29.95	-1.50	-30.08	-1.63	-31.58	-3.12
11	Erdöl, Erdgas	-21.81	-0.81	-21.23	-0.24	-22.05	-1.05
23	Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- u. Brutstoffe	-19.26	-13.23	-6.74	-0.72	-19.97	-13.95
40	Energie (Elektro, Gas) u. DL d. Energieversorgung	-18.00	-17.25	-1.25	-0.49	-18.50	-17.74
27	Metalle u. Halbzeug daraus	-14.36	-5.32	-11.95	-2.92	-17.27	-8.24
26	Glas, Keramik, bearbeitete Steine u. Erden	-14.61	-13.74	-1.11	-0.24	-14.85	-13.98
01	Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd	-10.89	-2.48	-11.05	-2.64	-13.53	-5.12
45	Bauleistungen	-5.20	-3.69	-2.24	-0.73	-5.93	-4.42
21	Papier, Karton, Pappe u. daraus hergestellte Waren	-5.18	-3.28	-2.21	-0.31	-5.49	-3.59
15	Nahrungs- u. Futtermittel, Getränke	-4.42	-3.36	-1.45	-0.39	-4.81	-3.75
28	Metallerzeugnisse	-3.44	-1.88	-2.63	-1.07	-4.51	-2.95
24	Chemische Erzeugnisse	-3.14	-2.42	-1.11	-0.39	-3.53	-2.80
05	Fische u. Fischereierzeugnisse	-3.52	-2.58	-0.94	0.00	-3.52	-2.58
20	Holz, Holzwaren (oh. Möbel), Flecht- u. Korbwaren	-2.52	-1.99	-0.61	-0.08	-2.60	-2.07
55	DL der Beherbergungen u. Gaststätten	-2.16	-1.72	-0.48	-0.04	-2.20	-1.76
29	Maschinen	-1.70	-1.15	-0.83	-0.28	-1.98	-1.43
17	Textilien	-1.84	-1.48	-0.38	-0.03	-1.87	-1.51
34	Kraftwagen u. Kraftwagenteile	-1.84	-1.35	-0.51	-0.03	-1.86	-1.38
31	Geräte der Elektrizitätserzeugung u. -vertlg. u.ä	-1.46	-0.96	-0.67	-0.18	-1.63	-1.14
35	Sonstige Fahrzeuge (Schiffe, Luft- u. Raumfz. u.a.)	-1.49	-0.95	-0.54	-0.01	-1.49	-0.96
25	Gummi- u. Kunststoffwaren	-1.33	-1.09	-0.31	-0.07	-1.40	-1.15
	Rest des Produzierenden Gewerbe	-1.18	-0.81	-0.56	-0.19	-1.36	-1.00
75	DL d. öffentl. Verwalt., d. Verteidig., d. Sozialvers.	-0.93	-0.84	-0.11	-0.02	-0.95	-0.86
52	DL des Einzelhandels (oh. Kfz, Tankst.), sonst. Rep.	-0.69	-0.59	-0.11	-0.01	-0.70	-0.61
	Rest der marktwirtschaftlichen Dienstleistungen	-0.31	-0.28	-0.30	-0.27	-0.58	-0.55
85	DL des Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesens	-0.56	-0.48	-0.08	0.00	-0.56	-0.48
	Rest der nichtmarktwirtschaftlichen Dienstleistungen	-0.49	-0.45	-0.06	-0.02	-0.51	-0.47
70	DL d. Grundstücks- u. Wohnungswesens	-0.46	-0.45	-0.01	0.00	-0.46	-0.46

Quelle: Acosta 2007 – Eigene Ermittlung auf der Grundlage der MIOT 1991 – 2000, PIOT 1995 (beides DESTATIS) und MFA 1991 – 2000 (WI – H. Schütz)

⁷¹ Die hier verwendete verfeinerte Version der "Hypothetischen Extraktionsmethode" geht auf Günter Strassert zurück, der 1968 die erste Verfeinerung des von Paelinck, de Caemel und Degueudre (1965) vorgeschlagenen ursprünglichen Ansatzes durchführte. Die "Hypothetische Extraktionsmethode" wurde zuletzt 2001 von Strassert selbst weiter entwickelt. Siehe hierzu Abschnitt 3.5.

Tab. 6 ermöglicht eine Übersicht über die Ergebnisse für die hier berücksichtigten 30 (Hybrid)- Produktionssektoren der Simulationsrechnung für das Jahr 2000. In ihr werden in den Spalten "A" bis "F" die Auswirkung des hypothetischen Ausfalls der sektoralen Produktionsmenge im Wert von 1 Mill. Euro auf den gesamtwirtschaftlichen Ressourcenverbrauch dargestellt⁷².

In den Spalten "A" und "B" ist die gesamte direkte und indirekte TMR-Auswirkung der ausgefallenen sektoralen Bezugsmenge aufgelistet (backward linkage). Dies ist der Ressourcenaufwand, der mit der ausgefallenen Produktion aller Sektoren aufgrund der niedrigeren Vorleistungsabnahme seitens des betrachteten Sektors verbunden ist. Dies wird als Rückwärtsauswirkung bzw. Auswirkung auf die vorgelagerten Stufen der Produktion bezeichnet.

In den Spalten "C" und "D" ist die gesamte direkte und indirekte TMR-Auswirkung der ausgefallenen sektoralen Liefermenge aufgelistet (forward linkage). Dies bedeutet den Ressourcenaufwand, der mit der ausgefallenen Produktion aller Sektoren aufgrund der niedrigeren Zwischen- und Endnachfrageproduktion des betrachteten Sektors verbunden ist. Dies wird als Vorwärtsauswirkung bzw. Auswirkung auf die nachgelagerten Stufen der Produktion bezeichnet.

Die Spalten "E" und "F" enthalten den gesamten Ressourcenverminderungseffekt des sektoralen Produktionsausfalls im Wert von 1 Million Euro.

Die größten Effekte der ausgefallenen Lieferungen eines Sektors auf den produktionsbezogenen Ressourcenverbrauch in Deutschland lassen sich für die Sektoren "Kohle, und Torf", "Steine und Erden", "Forstwirtschaft", "Erdöl/Erdgas", "Metalle" und "Landwirtschaft" feststellen. Diese Aussage gilt unabhängig davon, ob in der Rechnung des totalen Effekts die TMR-Auswirkung der ausgefallenen eigenen Produktion berücksichtigt wird oder nicht.

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass mit jeder Verringerung des Ressourcenaufwandes in diesen Sektoren die größten Reduktionsauswirkungen des sektoral direkt und indirekt induzierten TMR in ihren nachgelagerten Produktionsstufen zu erwarten sind. Hierfür wird eine unveränderte entsprechende sektorale Outputstruktur vorausgesetzt.

Die größten Ressourcenverbrauchseffekte, die von verminderter Bezugsmenge aufgrund der eigenen sektoralen ausfallenden Produktion ausgelöst werden, lassen sich für die Sektoren "Kohle und Torf", "Steine und Erden", "Energie",

⁷² Für die Quantifizierung dieser TMR-Effekte wurden rechentechnisch zwei Schritte durchgeführt. In einem ersten Schritt wurden zunächst die Effekte des hypothetischen Ausfalls des inländischen Produktionsaufkommens und der Produktionsverwendung jedes einzelnen Sektors gemäß der im Unterkapitel 3 erläuterten methodischen Vorgehensweise ermittelt. Die Einträge in den Zeilen der daraus resultierenden Matrix (in Mill. Euro) sind anschließend mit den direkten TMR-Intensitäten (t/Mill. Euro) multipliziert worden. Jede Spalte der auf diese Weise ermittelten Extraktionseffektmatrix (E) enthält die direkten und indirekten Ressourcenaufwandseffekte der hypothetisch ausgefallenen Bezugsmenge (Rückwärtsauswirkung). Jede Zeile gibt demgegenüber die direkten und indirekten Ressourcenaufwandseffekte der hypothetisch ausgefallenen Liefermenge wieder (Vorwärtsauswirkung). Die Spalten- und Zeilenelemente e_{ij} , mit $i=j$, stellen gleichzeitig die Rück- und Vorwärtsauswirkung der ausgefallenen Produktion beim Sektor j selbst. Die gesamtwirtschaftliche direkte und indirekte Rückwärtsauswirkung sowie Vorwärtsauswirkung eines hypothetischen sektoralen Produktionsausfalls auf den produktionsbezogenen TMR ergeben sich durch die jeweiligen Spalten- und Zeilensumme.

"Glas/Keramik/Zement" und "Kokerei-/Mineralölerzeugnisse" konstatieren. Ohne die Berücksichtigung des Effekts des Ausfalls der eigenen Produktion hebt sich hierbei insbesondere die Auswirkung der Sektoren "Energie", "Glas/Keramik/Zement", "Kokerei/Mineralöl" hervor. Daraus folgt, dass jede Senkung des sektoralen Ressourcenverbrauchs innerhalb dieser Sektorengruppe zu mengenmäßig relevanten direkten und indirekten Reduktionsauswirkungen des TMR in ihren vorgelagerten Produktionsstufen führt.

Die berechnete relativ niedrige Ressourcenverbrauchsinduktion durch die Produktion von Sektoren wie "Kraftfahrzeug", Nahrungsmittel oder "Maschinen" zeigt eindeutig, dass ihre produktionstechnisch bedingte Wirkung auf den Ressourcenverbrauch relativ niedrige Multiplikatoreffekte auslöst. Eine Erklärung für diese Tatsache ist, dass ein großer Teil ihrer Vorleistungen importiert werden und somit in der Rechnung mit einem niedrigen ökologischen Rucksack miteinbezogen sind. Hierbei spielt auch eine große Rolle, dass die berechneten Auswirkungen ausschließlich die intersektorale Verflechtung der inländischen Produktion betreffen.

Davon abgesehen ist der Effekt der Produktion dieser Sektoren auf den Ressourcenverbrauch in erster Linie die Wirkung des Mengenniveaus, d.h. der insgesamt erzeugten Menge für die intermediäre Nachfrage und überwiegend zum Zwecke der letzten Verwendung.

5 Ausblick

Die Gesamtheit der durchgeführten Untersuchungen in diesem Arbeitspaket hat bestätigt, dass die wichtigsten Aktionsfelder für die Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Ressourcenproduktivität die Produktionstätigkeit folgender Sektoren anbetrifft:

- 1) Bauleistungen
- 2) Nahrungs- u. Futtermittel, Getränke
- 3) Metalle u. Halbzeug daraus
- 4) Energie (Elektro, Gas) u. DL d. Energieversorgung
- 5) Kraftwagen u. Kraftwagenteile
- 6) Chemische Erzeugnisse
- 7) Maschinen
- 8) Kohle, Torf
- 9) Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd
- 10) Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- u. Brutstoffe
- 11) Glas, Keramik, bearbeitete Steine u. Erden
- 12) Steine u. Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen eine starke Abhängigkeit des inländischen gesamtwirtschaftlichen Produktionsprozesses vom Ressourcenaufwand durch die Sektoren "Kohle und Torf" und "Steine und Erden". Für diese beiden Sektoren lässt sich im Untersuchungszeitraum keine Senkung der direkten und indirekten TMR-Intensität und somit der entsprechenden sektoralen Ressourcenproduktivität feststellen. Dies führt dazu, den gesamtwirtschaftlichen Vorleistungsbezug aus diesen beiden Sektoren in der Menge zu reduzieren.

Der enorme Ressourcenaufwand durch den Sektor "Kohle und Torf" ist in erster Linie auf den Bedarf an Brennstoffen sowohl für die Stromerzeugung als auch für die Produktion zurückzuführen. Dies zeigt die Notwendigkeit für andere Stromerzeugungsmöglichkeiten die Auswirkung auf den TMR zu untersuchen. Begründet wird dies außerdem durch die Höhe der Rückwärtsauswirkungen, die von der Produktion des Sektors "Energie" ausgehen. Anders gesagt gibt es eine enge Verbindung zwischen Energieverbrauch und Ressourcenaufwand.

Der Ressourcenaufwand des Sektors "Steine und Erden" lässt sich auf die enorme Ressourcenintensität der Produkte aus der Sektoren "Glas/Keramik/Zement", "Bauleistungen" und "Metalle" sowie auf den mengenmäßigen auffälligen Verbrauch von industriellen Mineralien als Betriebsmittel im verschiedenen Produktionsprozesse zurückführen. Die direkte und indirekte TMR-Auswirkung, die den Einsatz von erneuerbaren bzw. wieder verwertbare Bau- und Industriemineralien induzieren würde, sollte in folgenden Arbeiten ins Visier genommen werden. Dies gilt auch für das Recycling industrieller Reststoffe mit einem hohen Inhalt an Metallen.

Die Senkung der direkten und indirekten TMR-Intensität der Sektoren "Kraftfahrzeuge" und "Chemie" zeigt eindeutig die positiven Effekte der Anstrengungen zur Erhöhung der Ressourcenproduktivität. Dies beruht jedoch auf dem technologischen Fortschritt vor dem Jahr 2000. Wegen der großen Produktionsmengen wäre der Ressourcenverbrauch zu untersuchen, der mit dem technologischen Fortschritt der letzten 5 Jahre verbunden ist.

Bei den erzielten Ergebnissen sind unter anderem die Auswirkungen auf den Ressourcenverbrauch der "Nachfrage" nach inländischen Konsumgütern mit enthalten, d.h. der induzierte Ressourcenaufwand durch die inländische Produktion von Konsumgütern. Der Effekt auf den Ressourcenaufwand der unterschiedlichen Formen des Konsums und seine Rückkopplung zu den Produktionssektoren, d.h. der Transformation (im umfassenden Sinne) der Konsumgüter in wieder verwertbaren Reststoffen innerhalb der privaten Haushalte, kurz Haushaltsproduktion, konnte hierbei noch nicht mitberücksichtigt werden. Dies wird durch die für diese Analyse verwendete Datenbasis bestimmt.

Die "Effizienz" der Haushaltstransformation von Gütern in Reststoffen hat nicht nur einen hohen Wirkungsgrad auf das Mengenniveau der industriellen Produktion und des damit verbundenen Ressourcenaufwandes, sondern auch auf den Materialrückfluss in die Wirtschaft.

Demzufolge stellt auch das "Angebot" von unterschiedlichen Materialien zur Wiederverwertung seitens der privaten Haushalte einen wichtigen Schwerpunkt des weiteren Forschungsbedarfs dar. Dadurch würde die Haushaltsproduktion im vollen Umfang ihrer direkten und indirekten Auswirkungen berücksichtigt, d.h. im Verflechtungszusammenhang mit der industriellen Produktion.

Ähnliches gilt für die anderen Endnachfragekomponenten. Dies betrifft insbesondere die Exportproduktion, die im Jahre 2000 einen höheren Ressourcenverbrauch verursachte als die inländische Produktion für den Konsum der privaten Haushalte. Angesichts dieser Entwicklung ist eine detaillierte Analyse der Auswirkung der verschiedenen Exportprodukte auf den Ressourcenverbrauch von Relevanz. Dies würde ermöglichen, Erkenntnisse über die konkreten Produktionsvorleistungen und Nutzungswirkungen zu gewinnen, auf welche die Exportwirtschaft ihre innovativen materialeinsparenden Fähigkeiten konzentrieren sollte, um den Ressourcenverbrauch im In- und Ausland zu reduzieren.

Hierfür dient als Argument, nicht nur die hohe Kostenrelevanz von Material und Betriebsmittel bei der Produktion und die Materialkosten bei der Nutzung dieser Güter später zu minimieren, sondern auch die höhere Wettbewerbsfähigkeit einer dematerialisierten Produktion und Nutzung von Gütern auf dem internationalen Markt. In Bezug darauf sind auch die Produkte mittelständischer Unternehmen von Interesse.

Alles dies setzt die Aktualisierung auf der TMR-Datenbasis voraus. Ein wichtiger Aspekt ist die Untersuchung der TMR-Auswirkungen auf der Grundlage von physischen Input-Output-Tabellen. Dies wird durch die Unterschiedlichkeit der Output- und Inputstruktur begründet, die sich aus der monetären und physischen Verflechtung ergeben.

6 Literaturverzeichnis

- Aachener Stiftung Kathy Beys (Hrsg.) (2005): Ressourcenproduktivität als Chance – Ein langfristiges Konjunkturprogramm für Deutschland, Norderstedt
- ADL, Wuppertal Institut, ISI (2005): Studie zur Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in Mittelständischen Unternehmen. Abschlussbericht. In: www.materialeffizienz.de, (03.04.2007)
- Adriaanse, A., Bringezu, S., Hammond, A., Moriguchi, Y., Rodenburg, E., Rogich, D., Schütz, H. (1998): Stoffströme: Die materielle Basis von Industriegesellschaften. (Wuppertal Texte) Berlin, Basel, Boston: Birkhäuser Verlag
- Ayres, R. U. (1989): Industrial Metabolism. In: Ausubel, J., Sladovich, H. (eds.): Technology and Environment, Washington D.C.
- Bartnick, J. (1991): Optimal triangulation of a matrix and a measure of interdependence for a linear econometric equation system. In: Gruber, J. (ed.), Econometric Decision Models. Berlin: Springer, 487-495
- Bleischwitz, R. (1998): Ressourcenproduktivität. Innovationen für Umwelt und Beschäftigung. Berlin / Heidelberg u.a.: Springer
- Bringezu, S. (2000): Ressourcennutzung in Wirtschaftsräumen: Stoffstromanalysen für eine nachhaltige Raumentwicklung. Heidelberg, New York: Springer
- Bringezu, S. (2004): Erdlandung. Navigation zu den Ressourcen der Zukunft. Stuttgart: Hirzel
- Bringezu, S., Moriguchi, Y. (2002): Material Flow Analysis. In: R.U. Ayres und L. Ayres (Hrsg.): Handbook of Industrial Ecology. Edward Elgar Publishing Ltd.
- Bringezu, S., Schütz, H. (2001a): Total Material Requirement of the European Union. (EEA Technical Report No. 55). Copenhagen: European Environment Agency
- Bringezu, S., Schütz, H. (2001b): Total Material Requirement of the European Union – Technical part. (EEA Technical Report No. 56). Copenhagen: European Environment Agency
- Bringezu, S., Schütz, H., Moll, S. (2003): Rationale for and Interpretation of Economy-wide Material Flow Analysis and Derived Indicators. *Journal of Industrial Ecology* 7 (2), S. 43-64
- Brümmerhoff, D. und Heinrich Lützel (2002): Lexikon der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. Dritte Auflage, München-Wien
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (1998): Umweltökonomische Gesamtrechnung – Dritte Stellungnahme des Beirats "Umweltökonomische Gesamtrechnungen". In Umweltpolitik, Bonn
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2002): Umweltökonomische Gesamtrechnung – Vierte und abschließende Stellungnahme des Beirats "Umweltökonomische Gesamtrechnungen". In Umweltpolitik, Berlin
- Chenery, H.B. and Watanabe, T. (1958): International Comparisons of the Structure of Production. *Econometrica*, 26 (4)
- Dehaan, M. and Keuning, S. J. (1996): Taking the environment into account: The NAMEA approach. *Review of Income and Wealth* 42 (2), S.131ff

- Dietzenbacher, E., van der Linden, J. A. (1997): Sectoral and Spatial Linkages in the EC Production Structure. *Journal of Regional Science* 37 (2), 235-257
- Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt – Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft" des Deutschen Bundestag (1994): Die Industriegesellschaft gestalten – Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. (Bundestags-Drucksache 12/8260) Bonn
- Eurostat (1996): Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen, ESVG 1995. <http://circa.europa.eu/irc/dsis/nfaccount/info/data/ESA95/de/esa95de.htm>, Luxemburg
- Eurostat – Statistical Office of the European Communities (Hrsg.) (2001): Economy-wide material flow accounts and derived indicators – A methodological guide. Luxemburg: European Communities
- European Commission / Eurostat (2002): Eurostat Input-Output Manual, Draft, Luxemburg, April
- Eurostat B1 (2002): Task Force on NAMEA air emission accounts: Report of 20-21 February 2002 meeting in Luxembourg, Document of 27 March 2002
- Helmstädter, E. (1965a): Linearität und Zirkularität des volkswirtschaftlichen Kreislaufs. *Weltwirtschaftliches Archiv* 94, 234–261
- Helmstädter, E. (1965b): Ein Maß für das Ergebnis der Triangulation von Input-Output-Matrizen. In: *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 117 (5)
- Helmstädter, E. (1969): The Hierarchical Structure of International Transactions. In: *International Comparisons of Interindustry Data, Industrial Planning and Programming*. United Nations, Series no. 2, New York
- Holub, H.-W., Schnabl, H. (1994): Input-Output-Rechnung: Input-Output-Tabellen. 3. Aufl. München: Oldenbourg
- Holub, H.-W., Schnabl, H. (1994a): Input-Output-Rechnung: Input-Output-Analyse. München: Oldenbourg
- Holub, H.-W., Schnabl, H., Tappeiner, G. (1985): Qualitative Input-Output-Analyse with Variable Filter. *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft* 141, 282–300
- Keuning, Steven J. (2000): Indicators and Accounts of Sustainable Development: the NAMEA Approach. In: Simon, S. and J. Proops (2000), S. 71 ff
- Keuning, S.J. and Steenge A.E. (1999): Introduction to the special issue on „Environmental extensions of national accounts: the NAMEA framework“. *Structural Change and Economic Dynamics* 10 (1), S.1ff
- Konijn, P., Deboer, S. and Van Dalen, J. (1997): Input-output analysis of material flows with application to iron, steel and zinc. *Structural Change and Economic Dynamics* 8 (1), S.129ff
- Krengel, R. (Hrsg.) (1973): Aufstellung und Analyse von Input-Output-Tabellen, Sonderhefte zum Allgemeinen Statistischen Archiv, Heft5, Göttingen
- Lahr, M.L. and Miller, R.E. (1997): A Taxonomy of Extractions. A Framework for Understanding the Various Approaches Used to Measure the Importance of an Industry. Center For Urban Policy Research, Rutgers, The State University of New Jersey, Working Paper no. 131

- Leontief, W. (1936): Quantitative Input and Output Relations in the Economic System of the United States. *Review of Economics and Statistics* XVIII (3), August, S.105ff
- Miller, R.E. (1966): Interregional Feedback Effects in Input-Output Models: Some Preliminary Results. In: Papers, Regional Science Association, 17: 105-125
- Miller, R.E. (1969): Some Further Results on Interregional Feedbacks Effects in Input-Output Models: Some Experimental Results. *Western Economic Journal*, 1: 41-50
- Miller, R. E. and Blair, P. D. (1983): Estimating State-Level Input-Output Relationships from U.S. Multiregional Data. *International Regional Science Review*, 8: 233-254
- Miller, R. E. and Blair, P. D. (1985): Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. Englewood Cliffs (Prentice-Hall)
- Moll, S., Acosta, J., Villanueva, A. (2004): Environmental Implications of Resource Use– insights from input-output analyses. (draft technical paper by the European Topic Centre on Waste and Material Flows) Copenhagen
- Paelinck, J., de Caemel, J. and Degueudre, J. (1965): Analyse Quantitative de Certaines Phénomènes fur Développement Régional Polarisé: Essai de Simulation Statique d'itéraires de Propagation. In: Problèmes de Conversion Économique: Analyses Théoriques et Études Appliquées. Bibliothèque de l'Institute de Science Économique, Université de Liège, No. 7, Paris (Génin), 341-387
- Rasmussen, P.N. (1957): Studies in Inter-Sectoral Relations. Kopenhagen: Harcks
- Ritz, P.M. and Spaulding, E. (1975): Working Paper on Basic I-O Terminology. US Bureau of Economic Analysis, Washington D.C.
- Schumann, J. (1968): Input-Output-Analyse. Berlin
- Schmidt-Bleek, F. (1994): Wieviel Umwelt braucht der Mensch? "MIPS – Das Maß für ökologisches Wirtschaften". Berlin, Basel, Boston: Birkhäuser Verlag
- Schmidt-Bleek, F., Bringezu, S., Hinterberger, F., Liedtke, C., Stiller, H., Spangenberg, J., Welfens, M.-J. (1998): MAIA: Einführung in die Material Intensitäts Analyse nach dem MIPS-Konzept. (Wuppertal Texte) Berlin, Basel, Boston: Birkhäuser Verlag
- Schütz, H. (2003): Economy-wide material flow accounts, land use accounts and derived indicators for Germany - "MFA Germany". Final report to the Commission of the European Communities – DG Eurostat/B1, CONTRACT REF No. 200141200028
- Stäglin, Reiner (1968): Zur Entstehungsgeschichte der Input-Output-Tabellen. *Konjunkturpolitik*, 1968 (4), S.251ff
- Stahmer, Carsten (2000): Das magische Dreieck der Input-Output-Rechnung. In: Susanne Hartard, Carsten Stahmer, Friedrich Hinterberger (Hrsg.): Magische Dreiecke, Berichte für eine nachhaltige Gesellschaft, Marburg
- Stahmer, Carsten und George Werhart (2001): Ökonomie in Zeit aufgelöst. In: Utz-Peter Reich, Carsten Stahmer, Klaus Voy (Hrsg.): Kategorien der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, Band3, Geld und Physis, Marburg, S.287ff
- Stahmer, Carsten und Werhart, George unter Mitarbeit von Inge Herrchen (2000): Monetäre, physische und Zeit-Input-Output-Tabellen – Ansätze für eine integrierte ökonomische, ökologische und soziale Berichterstattung, Endbericht zum von Eurostat geförderten Forschungsprojekt98/776/3040/B4/MM, Band1: Textteil

- Stahmer, Carsten und Werhart, George unter Mitarbeit von Inge Herrchen (2000a): Monetäre, physische und Zeit-Input-Output-Tabellen – Ansätze für eine integrierte ökonomische, ökologische und soziale Berichterstattung, Endbericht zum von Eurostat geförderten Forschungsprojekt 98/7776/30430/B4/MM, Band2: Tabellenteil
- Stahmer, Carsten, Kuhn Michael und Braun, Norbert (1998): Physical Input-Output Tables for Germany, 1990, Report prepared for DGXI and Eurostat, Working Paper No.2/1998/B/1
- Statistisches Bundesamt (2001): Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Material- und Energieflussrechnungen - Endbericht zum Projekt "A Physical Input-Output-Table for Germany 1995"
- Statistisches Bundesamt (2002): Input-Output-Tabellen - in Preisen von 1995 - 1991 bis 2000 nach 71 Gütergruppen/Produktionsbereichen, Wiesbaden, Statistik Online-Shop Nr. 815 000 610]
- Statistisches Bundesamt (2005): Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2005 - "Umweltnutzung und Wirtschaft" – 2005, Wiesbaden
<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Umweltnutzung.property=file.pdf>.
- Strassert, Günter (1968b): Zur Bestimmung strategischer Sektoren mit Hilfe von Input-Output-Modellen. In: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, 182 (3): 211-215
- Strassert, Günter (1993): Towards an Ecological-Economic Accounting of the Provision-Transformation-Restitution Cycle. In: Entropy and Bioeconomics, Proceedings of the First International Conference of the E.A.B.S., Rome, November 28-30 1991. Milan: Nagard, 507- 515
- Strassert, Günter (1995): Bilanzierung der physischen Inputs und Outputs der Haushaltsaktivitäten für gesamtwirtschaftliche bzw. regionalwirtschaftliche Produktionssysteme: Überlegungen aus der Sicht der Bioökonomie. In: Zweiter Hohenheimer Workshop "Haushaltsproduktion und Umweltbelastung - Ansätze einer Ökobilanzierung für den privaten Haushalt", 6./7. April 1995. Universität Hohenheim
- Strassert, Günter (1996): System-Metabolismus und Haushaltsproduktion. Konzeptionelle Überlegungen zur physischen Umweltgesamtrechnung. Kolloquium "Bioökonomik und Haushaltsmetabolismus", Universität Bonn, 2. Juli 1996
- Strassert, Günter (1997): Steady-State Conditions of the Provision-Transformation-Restitution Cycle. In: Implications and Applications of Bioeconomics. Second International Conference of the E.A.B.S., Palma de Mallorca, March 11-13, 1994. Milan (Nagard), 314-324
- Strassert, Günter (1998): The German Throughput Economy: Lessons from the first Physical Input-Output Table (PIOT) for Germany. Paper presented on the International Joint Conference on Cybernetics, Ecology, and Bioeconomics, november 7-10, 1998, Dragà European Foundation, Palma de Mallorca, Spain
- Strassert, Günter (2001a): Physische Input-Output-Rechnung - Produktionstheoretische Grundlagen - erste Ergebnisse und konzeptionelle Probleme, in: Utz_Peter Reich, Carsten Stahmer, Klaus Voy (Hrsg.): Kategorien der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, Band3, Geld und Physis, Marburg, S.259ff
- Strassert, Günter (2001b): Interindustry Linkages – The Flow Network of a Physical Input-Output Table (PIOT) – Theory and Application for Germany. In: Lahr M./ Dietzenbacher, E. (Hrsg.): Inpu-Output-Analysis – Frontiers an Extensions; Houndsmill (Palgrave), pp. 35-53

- Strohm, W., Hartmann N., Essig H. und Bleses, Peter (1999): Revision der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen 1999 – Anlaß, Konzeptänderungen und neue Begriffe. In: *Wirtschaft und Statistik*, Heft4, S.257ff
- Structural Change and Economic Dynamics, Special Issue (1999): Environmental Extensions of National Accounts: The NAMEA Framework, Volume10, No.1, March
- System of National Accounts – SNA (1993): Prepared under the auspices of the Inter-Secretariat Working Group on National Accounts: Commission of the European Communities-Eurostat, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, United Nations, World Bank; Brussels/Luxembourg, New York, Paris, Washington D.C.
- Szyrmer, J. M. and Walker, R. (1985): Interregional total flow. A concept and application to a US input-output model. *The Review of Regional Studies* 13(2): 12-21
- Szyrmer, J. M. (1985): Measurement Connectedness of Input-Output Models: 1. Survey of the Measures. *Environment and Planning A* 17, 1591-1612
- Szyrmer, J. M. (1986): Measurement Connectedness of Input-Output Models: 2. Total Flow Concept. *Environment and Planning A* 18, 107-121
- Szyrmer, J, Ulanowicz, R. E. (1987): Total Flows in Ecosystems. *Ecological Modelling* 35, 123-136
- Ulanowicz, R. E. (1986): Growth and Development. Ecosystems Phenomenology. New York et al.: Springer
- United Nations (1993): Integrated Environmental and Economic Accounting, Handbook of National Accounting, Studies in Methods, Series F, No.61, New York
- Wessels, H. (1981): Triangulation und Blocktriangulation von Input-Output-Tabellen und ihre Bedeutung. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Beiträge zur Strukturpolitik, Heft 63 (Duncker & Humblot)

7 Anhang

7.1 Konzeptionelle und inhaltliche Besonderheiten der zugrunde gelegten Datenbasis

Die monetären Input-Output-Tabellen (MIOT)

In einer MIOT werden generell Produktionsbereiche ausgewiesen, die Waren und Dienstleistungen für sich selbst und andere ökonomische Einheiten erstellen⁷³. Die wechselseitige Verflechtung der Produktionsbereiche in Form der monetär bewerteten Güterströme steht dabei im Mittelpunkt des Interesses. In den bei dieser Untersuchung verwendeten MIOT, die aus der Input-Output-Rechnung der VGR des Statistischen Bundesamtes stammen, lassen sich vier Quadranten unterscheiden:

Im I. Quadranten werden die intermediären Inputs registriert, also die innerhalb einer Periode zirkulierenden Güter bzw. Vorleistungsgüter aus inländischer Produktion, die im Zuge der Transformationsprozesse verbraucht werden. Er beschreibt die Vorleistungsverflechtung in einer Volkswirtschaft. Die eingeführten Waren und Dienstleistungen als Bezüge aus der übrigen Welt werden dagegen im III. Quadranten der Tabelle dargestellt.

Im II. Quadranten der MIOT werden die Outputs nachgewiesen, die von den inländischen Wirtschaftseinheiten zwar produziert werden, dann aber die Produktionssphäre verlassen und der letzten Verwendung zufließen. Dieser Quadrant beschreibt die direkte Verflechtung der Produktionsbereiche mit dem Endnachfragekomponenten: Private Konsumausgaben, Konsumausgaben des Staates, Bruttoinvestitionen und Export. Beim privaten Verbrauch handelt es sich vorwiegend um Güterkäufe der privaten Haushalte⁷⁴. Der Eigenverbrauch der privaten Organisationen ohne Erwerbszweck wird davon getrennt ausgewiesen⁷⁵. Der Staatsverbrauch besteht aus den unentgeltlichen Leistungen des Staates, die mit den Kosten bewertet werden. Die Bruttoinvestitionen umfassen in der MIOT Käufe von Ausrüstungen und Bauten sowie Vorratsveränderungen. Die an die übrige Welt gelieferten Waren und Dienstleistungen stellen die Exporte dar.

Im III. Quadranten der MIOT werden in monetären Einheiten darstellbare Primärintputs erfasst. Dies sind neben den bereits erwähnten importierten Vorleistungen aus der übrigen Welt die geleistete Arbeit, der Vermögensverschleiß und die Produktionssteuern und Importabgaben abzüglich Subventionen. Die geleistete Arbeit umfasst die Ar-

⁷³ Die monetäre Input-Output-Tabelle für ein Berichtsjahr stellt eine weitere Unterteilung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. Siehe Statistisches Bundesamt (2000), S.8ff.

⁷⁴ Die weitere Nutzung im Rahmen von Privataktivitäten der Güterkäufe der privaten Haushalte bleibt dabei unberücksichtigt

⁷⁵ Die Käufe von privaten Gebrauchsgütern stellen nach der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung einen Verbrauch in der gleichen Periode dar. Demzufolge wird der Aufbau von privatem Verbrauchsvermögen nicht erfasst.

beitnehmerentgelte und den Nettobetriebsüberschuss⁷⁶. Der Vermögensverschleiß wird in Form monetärer Abschreibungen auf genutzte Anlagegüter registriert. Die Produktionssteuern und Importabgaben bestehen aus den Gütersteuern und sonstigen Produktionsabgaben. Die Summe der Arbeitnehmerentgelte, der Abschreibungen, der Nettobetriebsüberschuss, und der sonstigen Produktionsabgaben abzüglich sonstige Subventionen stellt die Bruttowertschöpfung der Produktionsbereiche dar. Der Gesamtbetrag des Geldwertes der Vorleistungsgüter aus inländischer Produktion und der Primärintputs insgesamt ergibt die Produktionswerte der Produktionsbereiche, die mit der Summe des Geldwertes der gesamten Outputs der Produktionsbereiche übereinstimmen. Gesamtwirtschaftlich betrachtet gilt außerdem die Identität der Summe der Primärintputs über allen Produktionsbereichen mit der Summe des Geldwertes der Produktion aller Sektoren für die letzte Verwendung. Im IV.Quadranten werden die Beziehungen zwischen den Primärintputs und der Endnachfrage beschrieben⁷⁷.

Die Import-Tabellen

Import-Tabellen zeigen im Rahmen der Input-Output-Rechnung, wie die einzelnen Arten importierter Waren und Dienstleistungen (Zeilen der Tabelle) in einer Volkswirtschaft verwendet werden (Spalten der Tabelle)⁷⁸. Sie liefern also ein vollständiges Bild der Höhe sowie der sektoralen Herkunft und Verwendung der Bezüge (in Form von Gütern und Dienstleistungen) aus der übrigen Welt⁷⁹.

Die Gliederung der Herkunft und Verwendung der in einer derartigen Import-Tabelle abgebildeten eingeführten Güter hängt mit der Gliederung der Gütergruppe bzw. Produktionsbereiche der Input-Output-Tabelle zusammen, mit der sie sich ergänzt. Die bei dieser Untersuchung verwendeten monetären bzw. physischen Import-Tabellen bestehen daher aus zwei Quadranten. Im I. Quadranten werden die Einfuhren verbucht, die als Vorleistungen bei den Produktionsprozessen in den Produktionsbereichen eingesetzt werden. Folglich ist der I. Quadrant der hier verwendeten monetären bzw. physischen Import-Tabellen von derselben Dimension wie die entsprechende Zentralmatrix der heimischen Vorleistungen der Input-Output-Tabelle mit welcher sie zusammenhängt. Genauso gilt, dass der II. Quadrant der Import-Tabelle dasselbe Format wie die Matrix der Endnachfrage der mit ihr zusammenhängenden Input-Output-Tabelle hat.

Dementsprechend wird in den für diese Untersuchung verwendeten monetären Import-Tabellen, die aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) des Statistischen Bundesamtes stammen, der Geldwert der eingeführten Güter, und zwar als Vorleistungen der Produktionsbereiche sowie für die Endverwendungskategorien, registriert. Im Falle der hier verwendeten physischen Import-Tabelle, die aus den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) des Statistischen Bundesamtes stammt,

⁷⁶ Dies die Bezeichnung nach dem neuen ESVG 95. Früher hieß es: Einkommen aus unselbständiger Arbeit bzw. aus Unternehmertätigkeit und Vermögen.

⁷⁷ Siehe hierzu, wie auch für die anderen Tabellentypen, Stahmer/Ewerhart (2000), S.87ff.

⁷⁸ Vgl. Brümerhof, Lutzel (2002) S. 182.

⁷⁹ Dies betrifft die erfassten Importe in der Außerhandelsstatistik.

werden entsprechend der I. und II. Quadranten der physischen Input-Output-Tabelle 1995 die Einführen von intermediären Gütern und Gütern für die letzte Verwendung in Mengengrößen mit Tonnen als Darstellungseinheit ausgewiesen. Aufgrund der gleichen Systematik der Produktionssektoren, die den monetären und physischen Input-Output-Tabellen zugrunde liegt, sind beide Tabelle miteinander kompatibel.

Die Tabellen des Globalen Materialaufwands (TMR)

In den Tabellen des Globalen Materialaufwands werden alle der Umwelt im In- oder Ausland entnommenen Primärmaterialien ausgewiesen, die mit der inländischen Produktion und Endnachfrage verbunden sind.

Die im Inland entnommenen Primärmaterialien umfassen die verwertete und nicht verwertete Entnahme aufgrund der inländischen Produktion (von Vorleistungen und für die Endnachfrage). Die im Ausland entnommenen Primärmaterialien umfassen die verwertete und nicht verwertete Entnahme, die mit den insgesamt importierten Waren (in Form von Vorleistungs- und Endnachfragegüter) assoziiert ist.

Nach dem "Eurostat guide on economy-wide MFA" stehen diese vier Materialinputkategorien in folgendem Zusammenhang⁸⁰:

+ domestic extraction used (inländische verwertete Entnahme)
+ imports (Importe)
= DMI (Direkter Material Input)
+ unused domestic extraction (inländische nicht verwertete Entnahme)
+ indirect flows associated with imports (mit den Importen assoziierte nicht verwertete Entnahme in Ausland)

= TMR (Total Material Requirement) (GMA - Globaler Gesamtmaterial Aufwand)

Jede der vier Hauptmaterialinputkategorien ist ihrerseits in weitere spezifischen Kategorien differenziert. So ist z.B. die Hauptkategorie inländische verwertete Entnahme wie folgt unterteilt:

domestic extraction used = **ALL**

+ Fossil Fuels (fossile Brenn- und Treibstoffe)
+ Minerals (Mineralien)
 Metals (Metalle)
 Industrial Minerals (Industriemineralien)
 Construction Minerals (Baumineralien)
+ Biomass (Biomasse)

Als Schlüssel zur Allokation von verwerteter und nicht verwerteter inländischer Materialentnahme zu Produktionsbereichen wird die in der EU gebräuchliche NACE rev.1 Klassifizierung angewendet. Der konzeptionelle Ansatz dafür sowie seine spätere Um-

⁸⁰ siehe hierzu auch AP 1.1

setzung wurden am Wuppertal Institut im Rahmen einer Studie für Eurostat entwickelt (Schütz et al. 2003).

Die Allokation von den mit importierten Waren assoziierten Ressourcenaufwendungen auf die Branchen erfordert darüber hinaus ein zweistufiges Vorgehen (Moll et al. 2004; Schütz et al. 2003):

1. Importierte Waren in physischen Einheiten (und assoziierte Materialflüsse) werden zunächst nach der HS-CN Nomenklatur der Eurostat Comext Außenhandelsstatistik nach Materialgruppen sortiert (z.B. metallische Rohstoffe, Halbwaren aus Energieträgern, Fertigwaren aus Holz). Im nächsten Schritt werden die Waren zu den 60 Produktgruppen nach der CPA zweisteller Klassifizierung zusammengefasst, die der o.a. NACE Rev.1 zweisteller Systematik für Produktionsbereiche entspricht.
2. Dieser Vektor von 60 Gütergruppen zeigt jedoch noch nicht an, welche Sektoren die importierten Waren tatsächlich empfangen. Daher müssen die im Import-Vektor enthaltenen Mengen von Gütergruppen den aufnehmenden Sektoren sowie den Kategorien des Endverbrauchs zugeordnet werden. Letzteres ist erforderlich weil einige importierte Waren direkt vom Endverbrauch beansprucht werden (z.B. Verbrauch privater Haushalte, Investitionen, etc).

Die Allokation von importierten Waren (und assoziierten Materialinputs) zu den aufnehmenden Branchen und Endnachfragekomponenten im Falle Deutschlands (Gebietsstand seit dem 03.10.1990) wurde unter Verwendung monetärer und physischer Importtabellen des Statistischen Bundesamtes durchgeführt.

Auf der Grundlage der monetären Importtabellen (in konstanten Preisen von 1995) für die Jahre 1991 bis 2000 wurden zunächst warenspezifische sektorale Verrechnungskoeffizienten ermittelt.

Mit Hilfe der auf dieser Weise ermittelten Koeffizienten und der für 1995 zur Verfügung stehenden physischen Importtabelle wurden in einem nächsten Schritt für alle untersuchten Jahre "artifizielle" physische Importmatrizen erstellt.

Aus dieser Vorgehensweise resultierende Zeitreihen 1991-2000 von physischen Importmatrizen dienen als Basis für die Berechnung von jährlichen sektoralen "artifiziellen" physischen Importkoeffizienten.

Die "artifiziellen" physischen Importkoeffizienten wurden dann verwendet, um jede der o.a. 60 Importwarengruppen den empfangenden Wirtschaftssektoren und den Kategorien des Endverbrauchs zuzuteilen.

7.2 Zusammensetzung der (Hybrid-) Produktionsbereiche

Die Aufgliederungsebene der Produktgruppen und Produktionsbereiche in den verschiedenen Tabellen, die in dieser Untersuchung als Datenbasis zugrunde gelegt wurden, differiert voneinander. In den MIOT und monetären Import-Tabellen werden 72 Produktionssektoren unterschieden. Zudem sind laut Statistisches Bundesamt in den MIOT ab dem Jahre 1997 die Angaben zum Produktionsbereich "Gewinnung von Erzen" in den Angaben zum Produktionsbereich "Gewinnung von Steinen und Erden, sonstigen Bergbauerzeugnissen" enthalten. In der herangezogenen Version der physischen Import-Tabelle 1995 werden dagegen 60 wirtschaftliche Aktivitäten differenziert. Hinsichtlich der Daten zum Ressourcenaufwand handelt es sich um den Globalen Materialaufwand nach 60 Produktgruppen.

Um die Konsistenz der sektoralen Analyse bei dieser Untersuchung zu bewahren, wurden die Produktgruppen bzw. Produktionsbereiche zunächst auf 60 Gruppen bzw. Sektoren zusammengefasst. Dies entspricht der zweistelligen Gliederung der Güterklassifikation CPA und der Klassifikation der wirtschaftlichen Aktivitäten NACE rev.1. Im nächsten Schritt wurden die Aggregation dieser 60 Produktgruppen bzw. Produktionsbereiche zu 30 Hybrid-Produktgruppen bzw. Sektoren durchgeführt.

Die in jedem diese Hybrid-Gruppen enthaltenen Produkte bzw. wirtschaftlichen Aktivitäten sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Identifikation prioritärer Handlungsfelder für die Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Ressourcenproduktivität

Lfd. Nr.	CPA bzw. NACE Rev. 1	Hybrid-Produktgruppe bzw. Produktionsbereich	CPA bzw. NACE Rev. 1	Produktgruppe bzw. Produktionsbereich
1	01	Landwirtschaft, Jagd	01	Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd
2	02	Forstwirtschaft, Erzeug. u. DL	02	Forstwirtsch. Erzeugnisse u. Dienstleistungen
3	05	Fische u. Fischereierzeug.	05	Fische u. Fischereierzeugnisse
4	10	Kohle, Torf	10	Kohle, Torf
5	11	Erdöl, Erdgas	11	Erdöl, Erdgas
6	14	Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugnisse	13 14	Erze Steine u. Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse
7	15	Nahrungsmittel, Getränke	15	Nahrungs- u. Futtermittel, Getränke
8	17	Textilien	17	Textilien
9	20	Holz, Holzwaren (oh. Möbel)	20	Holz, Holzwaren (o.Möbel), Flecht- u. Korbwaren
10	21	Papier, Karton, Pappe	21	Papier, Karton, Pappe u. daraus hergestellte Waren
11	23	Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- u. Brutstoffe	23	Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- u. Brutstoffe
12	24	Chemische Erzeugnisse	24	Chemische Erzeugnisse
13	25	Gummi- u. Kunststoffwaren	25	Gummi- u. Kunststoffwaren
14	26	Glas, Keramik, bearbeitete Steine u. Erden	26	Glas, Keramik, bearbeitete Steine u. Erden
15	27	Metalle u. Halbzeug daraus	27	Metalle u. Halbzeug daraus
16	28	Metallerzeugnisse	28	Metallerzeugnisse
17	29	Maschinen	29	Maschinen
18	31	Geräte der Elektrizitätserzeugung u. -vertlg.	31	Geräte der Elektrizitätserzeugung u. -vertlg. u.ä
19	34	Kraftwagen u. Kraftwagenteile	34	Kraftwagen u. Kraftwagenteile
20	35	Sonstige Fahrzeuge	35	Sonstige Fahrzeuge (Schiffe, Luft- u. Raumfz. u.a.)
21	40	Energie u. DL d. Energieversorgung	40	Energie (Elektro,Gas) u. DL d. Energieversorgung
22	45	Bauleistungen	45	Bauleistungen
23		Restliches Produzierendes Gewerbe	12 16 18 19 22 30 32 33 36 37 41	Uran- u. Thoriumerze Tabakerzeugnisse Bekleidung Leder u. Lederwaren Verlags- u. Druckerz., bsp.Ton-, Bild- u. Datenträger Büromasch., Datenverarbeitungsgeräte u.-einricht. Nachrtechn., Rundf.- u. Fernsehger.elekt. Bauelem Medizin-, meß-, regelungst.- Erz., opt.Erz., Uhren Möbel, Schmuck, Musikinstr., Sportger., Spielw. u.ä DL der Rückgewinnung (Sekundärrohstoffe) Wasser u. DL der Wasserversorgung
24	52	DL des Einzelhandels, sonst. Rep.	52	DL des Einzelhandels (o.Kfz, Tankst.), sonst. Rep.
25	55	DL der Beherbergungen u. Gaststätten	55	DL der Beherbergungen u. Gaststätten
26	70	DL d. Grundstücks- u. Wohnungswesens	70	DL d. Grundstücks- u. Wohnungswesens
27		Restliche marktwirtschaftliche Dienstleistungen	50 51 60 61 62 63 64 65 66 67 71 72 73 74	Handel mit Kfz, Instandh. u. Kfz-Rep., Kraftstoffe DL des Großhandels u. der Handelsvermittlung DL des Landverkehrs u. der Rohrleitungen DL der Schifffahrt DL der Luftfahrt Hilfs- u. Nebentätigkeiten für den Verkehr DL der Nachrichtenübermittlung DL der Kreditinstitute DL d. Versicherungsgew. (o. gesetzl. Sozialvers.) DL des Kredit- u. Versicherungshilfsgewerbes DL b. d. Vermietung bewegl.Sachen DL der Datenverarbeitung u. von Datenbanken DL der Forschung u. Entwicklung Unternehmensbezogene Dienstleistungen
28	75	DL d. öffentl. Verwalt., Verteidig., Sozialvers.	75	DL d. öffentl. Verwalt., d. Verteidig., d. Sozialvers.
29	85	DL des Gesundh., Veterinär- u. Sozialwesens	85	DL des Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesens
30		Restliche nicht marktwirtschaftliche Dienstleistungen	80 90 91 92 93 95 99	Erziehungs- u. Unterrichtsdienstleistungen DL der Abwasser-, Abfallbeseitig. u.a. Entsorgung DL von Interessenvertretungen, Kirchen Kultur-, Sport- u. Unterhaltungsdienstleistungen Sonstige persönliche Dienstleistungen Häusliche Dienstleistungen Exterritoriale Organisationen und Körperschaften