

7. Die Aktivitätsfeldanalyse – Daten und Methodik

U. Klann / V. Schulz

7.1 Die Aktivitätsfeldanalyse im Projektkontext

Im Projekt „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“ erfolgt die Herstellung des Bezuges zwischen dem integrativen Ansatz (Kap. 4), dem daraus abgeleiteten Indikatorensystem (Kap. 5) und der Ebene empirischer quantitativer Untersuchungen durch die *Aktivitätsfeldanalyse, einer quantitativen Top-down-Analyse*. Quantitative Analysen sind ein wichtiges Instrument zur Erfassung und Beurteilung von Entwicklungen im Hinblick auf Nachhaltigkeit. Sie erlauben Aussagen über zeitliche Entwicklungen von Indikatoren, über das Maß der Abweichung empirisch bestimmter Indikatorwerte von festgelegten Zielwerten sowie über die Konsistenz von Detailergebnissen. Weiterhin können die Beiträge unterschiedlicher Aktivitäten an auf der nationalen Ebene diagnostizierten Nachhaltigkeitsdefiziten ermittelt werden. Hierzu kann die genannte Top-down-Analyse eingesetzt werden, aus der damit sowohl für die aktivitätsfeldspezifischen Detailanalysen (Bottom-up-Ansatz) als auch für Analysen zu Schlüsseltechnologie wichtige Ergebnisse zu erwarten sind. Da quantitative Analysen allerdings Grenzen gesetzt sind – z.B. durch die Datenverfügbarkeit oder da quantifizierende Maße umstritten sein können (z.B. monetäre Werte für Naturkapital) –, werden sie durch an anderer Stelle dargestellte qualitative Analysen ergänzt (Kap. 4 und 5).

Quantitative Analyseverfahren bestehen aus den zugrundeliegenden Daten, der Methodik zur Auswertung der Daten, bezogen auf eine konkrete Problemstellung und der Darstellung und Interpretation der abgeleiteten Ergebnisse. Unter den Rahmenbedingungen des Projektes ist die Bezugnahme auf vorhandene Datenbasen, die dem integrativen Ansatz bereits in der Datenerstellung Rechnung tragen, unerlässlich. Für derartige Problemstellungen haben sich Input-Output-Tabellen als Datenbasis und Methoden der Input-Output-Analyse seit langem bewährt, da die Daten und deren Strukturierung genau mit dem Ziel konzipiert wurden, bestimmte Beziehungen zwischen Technologien (Produktion), dem ökonomischen Geschehen und ökologischen Indikatoren unmittelbar zugänglich zumachen (z.B. Statistisches Bundesamt a, Klann/Nitsch 1999, Behrensmeyer/Bringezu 1995).

In diesem Kapitel wird auf datentechnische und methodische Fragen der Nutzung der Input-Output-Tabellen eingegangen, weil projektbezogene methodische Erweiterungen und Bearbeitungen der Datenbasis notwendig waren. Die diesen Arbeiten zugrundeliegende Zielsetzung bestand zum einen darin, die Datenbasis auch zur Identifikation von technologischen Entwicklungen nutzbar zu machen, zum anderen in einer Strukturierung nach Aktivitätsfeldern, die in erster Linie nach funktionalen Gesichtspunkten gegliedert sind und nicht unmittelbar den üblichen statistischen Kategorisierungen folgen.

In diesem Kapitel wird im wesentlichen dargestellt, wie die umweltbezogene Input-Output-Analyse sowohl datenmäßig als auch methodisch zu modifizieren ist, um als Schnittstelle einerseits zu dem Indikatorensystem auf der nationalen Ebene, andererseits zu den Einzelanalysen auf der Ebene der Aktivitätsfelder zu dienen. Diese Modifikation der Input-Output-Analyse wird als Aktivitätsfeldanalyse bezeichnet. Das vorliegende Kapitel enthält einen Daten- und Konzeptteil (7.2) sowie einen Methodikteil (7.3). Durch die Darstellung der methodischen und datenmäßigen Grundlagen und Einzelheiten soll es demjenigen, der mit den einschlägigen Verfahren und Datensätzen vertraut ist, möglich sein, die entsprechenden Projektergebnisse inhaltliche zu reproduzieren und eigenständig zu interpretieren. Für den anderen Teil des Leserkreises verdeutlicht dieses Kapitel die prinzipiellen Ziele und Möglichkeiten dieser Vorgehensweise. Ergebnisse zum Aktivitätsfeld "Mobilität und Verkehr" finden sich in Kap. 9, in dem auch der Zusammenhang mit dem Bottom-up-Ansatz der Detailanalysen ergebnisseitig konkretisiert wird.

7.2 Konzept und Abgrenzung der Aktivitätsfelder

7.2.1 Das Konzept

Das Aktivitätsfeldkonzept basiert auf einer bedürfnisorientierten Kategorisierung des gesamtgesellschaftlichen Konsummusters unter Einbeziehung der ökonomisch-technischen Zusammenhänge. Ziel ist es, alle mit einer bestimmten gesellschaftlichen Aktivität verbundenen gesellschaftlichen oder wirtschaftlichen Tätigkeiten einschließlich ihrer Beziehungen innerhalb des Aktivitätsfeldes und ihrer Verbindung zur gesamtwirtschaftlichen Struktur datentechnisch abzubilden. Das resultierende Bild, welches für jeden betrachteten Indikator einen umfassenden Einblick in die Zusammenhänge bietet, soll generell verständlich dargestellt werden. Dabei sind die einzelwissenschaftlich entstandenen und durch den jeweiligen Gegenstandsbereich und dessen Besonderheiten auch gerechtfertigten statistischen Konventionen möglichst weitgehend zu überbrücken, um die einzeldisziplinären Ansätze datentechnisch zu verbinden. Dies ist für die Umsetzung eines integrativen Ansatzes erforderlich, ermöglicht vor allem eine Verbindung von top-down und bottom-up-Ansätzen und fördert schließlich die Kommunikation mit den Einzelwissenschaften. Der Begriff „Aktivitätsfeld“ (AF) wird im weiteren im Sinne dieses Konzepts verstanden. Das Konzept selbst weist über das laufende Projekt hinaus.

An der Umsetzung im Projekt muss sowohl in bottom-up- als auch in top-down-Ansätzen gearbeitet werden. Bottom-up werden in dem Projektarbeitspaket Schlüsseltechnologien (Kap. 12, 13) sowie den Aktivitätsfelderarbeitspaketen (Kap. 9, 10, 11) Nachhaltigkeitsprobleme identifiziert und Handlungsstrategien entwickelt. Gegenstand des Kap. 7.2 ist die Grundlegung der top-down-Umsetzung, wobei genauers auf eine quantitative Erfassung von nachhaltigkeitsrelevanten Größen – wie z.B. Luftschadstoffemissionen oder Erwerbstätigkeit – hingearbeitet wird. Auf eine mögliche Konkretisierung der Ausführungen anhand eines einzelnen Indikators wird in Kap. 7.2 bewusst verzichtet, da dies fälschlich suggerieren könnte, dass der Ansatz indicatorspezifisch zu variieren sei oder nur sehr wenige quantitative Indikatoren abdecken könne.

Die Definition von „Aktivitätsfeld“ birgt konkrete inhaltliche Vorstellungen, die anhand des AF „Mobilität und Verkehr“ (Kap. 9) näher erläutert werden. Der Anspruch möglichst alle mit Mobilität zusammenhängenden Aktivitäten in „Mobilität und Verkehr“ zu erfassen, wird durch die Integration folgender Einzelbereiche, inklusive sämtlicher Vorleistungen, umgesetzt:

1. Verkehrsbewegungen durch Unternehmen und Haushalte; hier ist der Verbrauch und die Bereitstellung von Kraftstoffen erfasst;
2. Produktion von Verkehrsmitteln; hiermit ist der Fahrzeugbau und die entsprechende Produktion der Vorleistungen (Abbau von Erzen, Eisen- und Stahlindustrie) enthalten;
3. Sämtliche Güterkäufe und die Nutzung dieser Güter durch private Haushalte für Mobilitätszwecke; hier sind vor allem alle von Haushalten gekauften Straßenfahrzeuge, Reifen, Garagen, von Haushalten genutzte öffentliche Verkehrsmittel, wiederum unter Berücksichtigung aller Vorleistungen enthalten.
4. Verkehrsinfrastruktur und staatlichen Dienstleistungen für den Verkehr (z.B. Autobahnmeistereien).

Diese Einzelbereiche sind ohne Doppelzählungen zusammenzufassen sowie in ihrer Interdependenz abzubilden (s. Kap. 7.3). In dem so strukturierten Aktivitätsfeld „Mobilität und Verkehr“ können alle Aspekte der Mobilität dargestellt und diskutiert werden. Die Aktivitäten nach Punkt 2 und die Leistungen der Verkehrsunternehmen (Teil von Punkt 1) stellen die komplett zu einem Aktivitätsfeld gehörenden Produktionsbereiche (z.B. Straßenfahrzeugbau) dar und werden *Kernbereiche* genannt. Die Güterkäufe der privaten Haushalte (nach Punkt 3) sowie die staatlichen Dienstleistungen enthalten das dazugehörige *Bedarfsfeld* als Teil des jeweiligen Aktivitätsfeldes dar (zu Bedarfsfeld s. Bund, Misereor 1997, S.102 ff.). Durch äquivalente Überlegungen gelangt man auch für alle Aktivitätsfelder zu einer entsprechenden Zuordnung. Die geforderte bedürfnisorientierte Kategorisierung des gesamtgesellschaftlichen Konsummusters ist durch die Bedarfsfelder umgesetzt. Über die Kernbereiche, die Verkehrsinfrastruktur und die gesamten Vorleistungen sind die ökonomisch-technischen Zusammenhänge erfasst. Um das gesamtgesellschaftliche Konsummuster zu erfassen, müssen sämtliche konsumtiven Aktivitäten in mindestens einem der Bedarfsfelder enthalten sein.

Die Aufteilung auf die folgenden Aktivitätsfelder, deren Inhalt - jeweils inklusive der Vorleistungen - durch typische Tätigkeiten charakterisiert wird, erfüllt diese Anforderung :

Wohnen und Bauen (W&B): Errichtung, Renovierung und Abriss von Gebäuden; Einrichtung von Wohnungen und Entsorgung der Einrichtungsgegenstände.

Mobilität und Verkehr (M&V): Bereitstellung und Entsorgung von Verkehrs-, Betriebsmittel und Kraftstoffen, Errichtung und Unterhalt von Verkehrsinfrastruktur und -mitteln, Verkehrsnachfrage und -abwicklung.

Ernährung und Landwirtschaft (E&L): Erzeugung landwirtschaftlicher u. ä. Produkte, Herstellung von Nahrungsmitteln, Getränken und Genussmitteln; Güter zur Zubereitung, Aufnahme und Reinigung; Beseitigung von Reststoffen.

Information und Kommunikation (I&K): Herstellung und Entsorgung von I&K-Gütern, wie Computer, Telekommunikationsmittel, -infrastruktur und -dienstleistungen, Bücher und Zeitungen, ihr Einsatz und entsprechende Dienstleistungen (Medien, Internet).

Freizeit und Tourismus (F&T): Urlaubsreisen, Spiele, Sport, Bereitstellung von Infrastruktur, Gütern und Freizeitdienstleistungen.

Textilien und Bekleidung (T&B): Herstellung von Textilien, Bekleidung und Schuhen; ihre Pflege, Reinigung und Beseitigung.

Gesundheit (G): Gesundheitsdienstleistungen und ihre Infrastruktur, Herstellung von Medikamenten und Körperpflegemittel u.ä.

Sonstige gesellschaftliche Aktivitäten (SGA): Im wesentlichen Restgröße, hierin sind enthalten: staatliche Dienstleistungen, die nicht direkt den anderen Aktivitätsfeldern zuzurechnen sind (z.B. allgemeine Verwaltung, öffentliche Schulen) sowie nicht anderweitig zuordnungsbar Versicherungsdienstleistungen (z.B. im Zusammenhang mit Lebensversicherung) und Dienstleistungen der Kreditinstitute für Privathaushalte.

Von diesen Aktivitätsfeldern werden im Projekt vertieft bearbeitet: Wohnen und Bauen, Mobilität und Verkehr, Ernährung und Landwirtschaft sowie – in geringerem Umfang – Information und Kommunikation sowie Freizeit und Tourismus.

Die Aktivitätsfelder überlappen sich: Beispielsweise ist der Transport von Baumaterial inklusive aller Vorleistungen sowohl Bestandteil des AF „Mobilität und Verkehr“ als auch des AF „Wohnen und Bauen“. Ein anderer derartiger Bereich sind Freizeitfahrten, die einen wesentlichen Einfluss auf das AF „Mobilität und Verkehr“ haben und gleichzeitig zentraler Bestandteil von AF „Freizeit und Tourismus“ sind. Durch derartige bewusst zugelassene Überlappungen können wichtige gesellschaftliche bzw. volkswirtschaftliche Bereiche aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. Dadurch wird von vornherein berücksichtigt, dass durch einzelne Maßnahmen mehrere gesellschaftliche Bereiche gleichzeitig beeinflusst werden können.

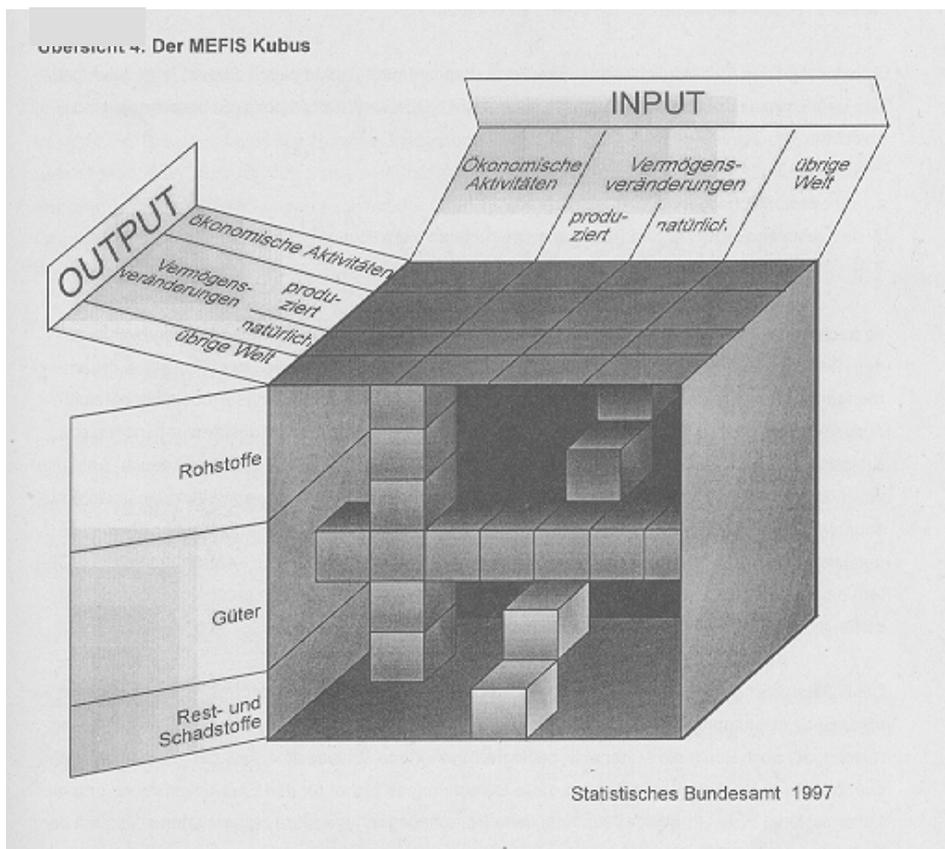
Diese Aktivitätsfelder sind datentechnisch zu definieren. Dies geschieht in dem im folgenden dargestellten Datensystem.

7.2.2 Grundlegende Daten

Die grundlegenden Daten sind die Input-Output-Tabellen (monetär und Verwendung von Energie nach Energieträgern) und die Material- und Energieflussrechnungen des Statistischen Bundesamtes. Die IO-Tabellen bieten als gesamtwirtschaftliches Bilanzierungsschema eine Gewähr für eine flächendeckende Erfassung. Als Teil der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) ist eine Verbindung mit vielfältigen ökonomischen und sozialen Daten vorhanden. Da das Statistische Bundesamt seine Material- und Energieflussrechnung als Teil der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen

nungen (UGR) kompatibel mit der IO-Tabelle anlegt, können den AF, sobald sie in den IO-Tabellen abgegrenzt sind, auch ökologische relevante Größen zugeordnet werden. Damit ist auch eine Verbindung der verschiedenen Nachhaltigkeitsdimensionen hergestellt. Diese Verbindung wird in den Zurechnungsmodellen eingesetzt, um die Aktivitätsfelder quantitativ zu erfassen.

Die aufeinander abgestimmte Struktur der beiden Datensätze wird anhand der Abbildung 7.1 erläutert, die das vom Statistischen Bundesamt in der Material- und Energieflussrechnung verfolgte Konzept einer sogenannten „aktivitätsbezogenen Flussrechnung“ zeigt (zum Begriff Statistisches Bundesamt 2000a, S. 13).



Quelle: /Statistisches Bundesamt a 1998/

Abb. 7.1: Struktur des Material- und Energieflussinformationssystem (MEFIS) des Statistischen Bundesamtes

Die Gliederung der Daten ist oben in der Horizontalen erkennbar. Dort sind von links nach rechts die Outputs der einzelnen Aktivitäten aufgetragen und von hinten nach vorne deren Inputs. Unter ökonomischen Aktivitäten ist die gesamte Produktion abgebildet. Im Detail ist diese in Produktionsbereiche gegliedert, die über die Erzeugung jeweils einer Gütergruppe abgegrenzt werden. Die von anderen Produktionsbereichen bezogenen Vorleistungen jedes Produktionsbereichs sind als Inputs abgebildet. Daneben ist unter ökonomischen Aktivitäten der Konsum subsumiert, der definitionsgemäß zwar Güter bezieht, aber keine Güter produziert. Mit dem Output an produzierten Vermögensveränderungen sind die Investitionen ersichtlich, mit dem Input

aus produzierten Vermögensveränderungen die entsprechenden Abschreibungen. Da zusätzlich mit den Outputs an die übrige Welt die Exporte und den Inputs aus der übrigen Welt die Importe erfasst sind, sind alle ökonomischen Aktivitäten in Deutschland erfasst und ist eine Verbindung zu ähnlichen Systemen in anderen Ländern geschaffen.

Über die Inputvektoren und den gesamten Output sind die Technologien der Produktionsbereiche spezifiziert und der Umfang ihrer Tätigkeit abgebildet. Da der Output z.B. auch die Abgabe von Rest- und Schadstoffen enthält, ist die Datenbasis auch für Ökobilanzen geeignet. Sie ist allerdings aggregiert und liegt dafür aber als flächendeckendes und konsistentes Bilanzierungsschema vor. Damit können konsistent für jede Stelle im Gesamtsystem die Rest- und Schadstoffe bestimmt werden, die über die gesamte Vorleistungskette hinweg entstehen. Für die quantitative Erfassung der Aktivitätsfelder ist deshalb nur eine Abgrenzung der in Kap. 7.2.1 skizzierten Vorgänge – der Kernbereiche und Bedarfsfelder - in den Input-Output-Tabellen erforderlich. Z.B. die Rest- und Schadstoffe können der Material- und Energieflussrechnung entnommen werden und auf dieser Gesamtdatenbasis können mit der in Kap. 7.3 beschriebenen Methodik die Werte für die jeweils dazugehörigen Vorleistungsketten berechnet werden.

7.2.3 Die Abgrenzung der Aktivitätsfelder in den Input-Output-Tabellen

Für die Abgrenzung der Aktivitätsfelder entsprechend der in Kap. 7.2.1 skizzierten Vorgänge wurden neben den IO-Tabellen weitere Statistiken, wie z.B. Produktionsstatistiken, herangezogen. Um einen Einblick in die Vorgehensweise zu ermöglichen, wird ein wichtiger Teilbereich – die Aufteilung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte – vertieft. Die resultierende Aktivitätsfelderabgrenzung ist mit allen für Rechnungen erforderlichen Informationen im Anhang dargestellt. Damit ist es jedem Interessierten möglich, sich an einer die Ergebnisrelevanz beachtende Diskussion der vorliegenden Abgrenzung zu beteiligen.

Die datentechnische Abgrenzung jedes Aktivitätsfeldes erfolgt in drei Schritten, die jeweils für sich skizziert werden (1) die Bestimmung der „Kernbereiche“ des jeweiligen Aktivitätsfeldes und (2) die Bestimmung des „Bedarfsfelds“ des jeweiligen Aktivitätsfeldes, getrennt nach (2a) zum Bedarfsfeld gehörendem Konsum der privaten Haushalte und (2b) nach zum Bedarfsfeld gehörendem Staatsverbrauch. Aus der Zusammenfassung der jeweiligen Kernbereiche und des Bedarfsfelds resultiert das Aktivitätsfeld.

(1) Zu *Kernbereichen*: Die Produktionsbereiche, die offensichtlich den Verwendungszwecken eines Aktivitätsfeldes entsprechen, werden unmittelbar zugeordnet (z.B. „Bau“ und „Ausbau“ zu Wohnen und Bauen; „Postdienst, Fernmeldewesen“ zu Information und Kommunikation; die Fahrzeugbausektoren zu Mobilität und Verkehr). Dann wird untersucht, ob andere Produktionsbereiche direkt überwiegend an bereits einem bestimmten Aktivitätsfeld zugeordnete Produktionsbereiche oder das Bedarfsfeld liefern. Zusätzlich wird in den Produktionsstatistiken geprüft, welcher Anteil der produzierten Güter einem bestimmten Aktivitätsfeld zuzuordnen sind. Auf Basis dieser Ergebnisse wird z.B. „Bearbeitung von Holz“, „Steine und Erden“ zu den Kern-

bereichen von Wohnen und Bauen gezählt und die „Herstellung von Gummierzeugnissen“, wo es sich vor allem um Bereifung handelt, zu Mobilität und Verkehr. Im Zuge der Bearbeitung zeigt sich unter Umständen, dass für einzelne Produktionsbereiche die Verbindung mit einem Aktivitätsfeld falsch eingeschätzt – insbesondere überschätzt – wurde und dies quantitativ beachtenswert ist. In solch einem Fall wird die Zuordnung revidiert; z.B. ist die „Herstellung von Holzschliff, Zellstoff ...“ (Nr. 32) in Klann/Nitsch (1999, S. 27, Tabelle 3.4) noch als Kernbereich von Information und Kommunikation aufgeführt; dies ist nun nicht mehr der Fall (s. Anhang). Der der Information und Kommunikation dienende Anteil wird jetzt demnach über die Vorproduktketten abgeschätzt.

(2) Zu *Bedarfsfeldern*: Zu jedem Aktivitätsfeld gehört ein Bedarfsfeld, das sämtliche Güterkäufe und Tätigkeiten umfasst, die der Staat (2b) oder private Haushalte (2a) zu den in den Aktivitätsfelderbezeichnungen ausgedrückten Zwecken ausführen. Die entsprechende Zuordnung erfolgt über die ausgewiesenen Aufteilungen des privaten Konsums nach Verwendungszwecken und des Staatsverbrauchs nach Aufgabenbereichen. Um tatsächlich zu einer Betrachtung der einzelnen Aktivitäten zu gelangen, wurden auch hier Überlappungen zugelassen. Sämtliche Aufgabenbereiche und einige Verwendungszwecke können komplett einzelnen Aktivitätsfeldern zugewiesen werden; für die restlichen Fälle wurden wiederum einzelne Güter detailliert betrachtet. Ein Beispiel für das Vorgehen wird im folgenden gegeben.

Beispiel für eine Zuordnung – Energieverbrauch der privaten Haushalte

Um einen Einblick in die Zuordnung zu geben, wird die Aufteilung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte¹, der für viele Umweltindikatoren von großer Bedeutung ist, genauer dargestellt. Dabei wird beispielhaft sowohl ein Übergang von Basisdaten zur Aufteilung skizziert (für den Kraftstoffverbrauch) als auch ein Vergleich der Ergebnisse unter Verwendung verschiedener Basisdaten (für den Strom- und Fernwärmeverbrauch). Beide Verfahren wurden für zweifelhafte Positionen in ähnlicher Weise durchgeführt. Der Verbrauch sonstiger Energieträger durch die privaten Haushalte wird hier nicht eigens aufgeführt; sie dienen überwiegend der Beheizung und in relativ geringem Umfang dem Kochen und der Bereitstellung von Warmwasser. Die Aufteilung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte beruht vor allem auf den Daten in Weber/Fahl (1993), Behrensmeier/Bringezu (1995) sowie Altner u.a. (1995).

Zu Kraftstoffen

Der gesamte Kraftstoffverbrauch durch private Haushalte wird dem Bedarfsfeld „Mobilität“ zugeordnet. Da die Verkehrsbewegungen verschiedenen Zwecken dienen, erfolgt zusätzlich eine Aufteilung auf die anderen Bedarfsfelder. Diese erfolgt auf Ba-

¹ Private Haushalte in den IO-Tabellen ist nicht identisch mit der Kategorie Haushalte in der Energiebilanz. Der hauptsächliche Unterschied besteht darin, dass in den IO-Tabellen die von den Haushalten selbst eingesetzten Kraftstoffe unter privaten Haushalten ausgewiesen sind, während diese in der Energiebilanz im Verbrauchssektor Verkehr enthalten sind.

sis der geleisteten Personenkilometer nach Fahrtzwecken im Motorisierten Individualverkehr /Verkehr in Zahlen, z.B. 1998, S. 225². **Tab. 7.1** zeigt den Übergang von diesen Zahlen zur Aufteilung auf die Bedarfsfelder. Im ersten Schritt wird der Geschäftsverkehr entfernt (3. Zeile), da dieser zu einem Kraftstoffverbrauch der Unternehmen und nicht der privaten Haushalte führt. Er ist damit nicht Teil des Bedarfsfelds und wird in den Aktivitätsfeldern an anderer Stelle berücksichtigt werden. Von den verbleibenden Fahrtzwecken wurden „Beruf“ und „Ausbildung“ nicht auf andere Bedarfsfelder verteilt, da hier verschiedene Lösungen möglich sind (Weber/Fahl 1993, Behrensmeier/Bringezu 1995 und Klann 1998), die gleichermaßen gut begründet werden können, und der Anteil so groß ist, dass er für eine Vielzahl von Indikatoren die Ergebnisse deutlich beeinflusst. Dagegen ist der äußerst bedeutsame Freizeit- und Urlaubsverkehr eindeutig Freizeit und Tourismus zuzuordnen. Der verbleibende Einkaufsverkehr wird nach den Anteilen der Bedarfsfelder am Wert der Warenkäufen verteilt. Die hieraus resultierenden Beträge für die einzelnen Bedarfsfelder sind aber relativ klein. Von größter Bedeutung ist dagegen die Berücksichtigung des Kraftstoffverbrauchs in Freizeit und Tourismus. Der dort ausgewiesenen Anteil von 63,9% resultiert dabei in Höhe von 60,3 Prozentpunkten (52 plus 8,3) aus dem Freizeit und Urlaubsverkehr. Die restlichen 3,6 Prozentpunkte entstammen den mit den Einkäufen von Gütern für die Freizeit verbundenen Einkaufsfahrten.

	Beruf	Ausbildung	Geschäft	Einkauf	Freizeit	Urlaub	Gesamt
Anteil der Fahrtzwecke am MIV (in %)* <i>Basisdaten</i>	20,0	2,0	17,5	10,7	42,9	6,9	100
Anteil der Fahrtzwecke am MIV der privaten Haushalte (in %); <i>Für die Zuordnung auf Bedarfsfelder relevante Umnormierung</i>	24,2	2,4	Nicht in Bedarfsfeldern, bei Unternehmen erfasst	13,0	52,0	8,3	100
Art der Zuordnung auf die Bedarfsfelder	Nur Mobilität	Nur Mobilität	---	Nach Wert der Warenkäufe	Freizeit & Tourismus		Mobilität
Resultierende Zuordnung auf die Bedarfsfelder	W&B	M&V	E&L	I&K	F&T	T&B	Ges s.g.A

² Zur Problematik der Bezugsbasis Personenkilometer s. Weber/Fahl (1993).

in % des Energiegehalts	1,7	100	4,4	0,4	63,9	1,4	0,5	0
-------------------------	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	---

Tab. 7.1: Zuordnung des Kraftstoffverbrauchs der privaten Haushalte auf die Bedarfswfelder (Bezugsgröße: Personenkilometer. Quelle: /Verkehr in Zahlen, 1998, S.225/; Zahlen für 1994; die Zahlen für 1992 führen zu einer sehr ähnlich Zuordnung)

Zu Elektrizität und Fernwärme

Der Strom- und Fernwärmeverbrauch wird auf Basis des Energieverbrauchs einzelner Geräte sowie einer Abschätzung der Zwecke des Warmwasserverbrauchs aufgeteilt. Tab. 7.2 zeigt die Ergebnisse der Zuordnung, die auf drei verschiedenen Datensätzen basieren. Der einzige größere Unterschied ist in dem niedrigeren Anteil von Wohnen und Bauen nach /Altner u.a 1995/ zu erkennen und dem höheren Anteil für Ernährung und Landwirtschaft und - in geringerem Umfang - für Textilien und Bekleidung. Dieser Unterschied beruht überwiegend auf dem unterschiedlichen Anteil des Stromverbrauchs für Raumwärme, der bei Altner niedriger ist. Aufgrund der unterschiedlichen Basisjahre der Daten und dem leicht sinkenden Einsatz von Strom für Raumwärme sowie des steigenden Stromverbrauchs der privaten Haushalte (s. z.B. /Esso 2000/), wird die Aufteilung nach Altner für angemessen erachtet. Sie wird für die Zuordnung verwendet.

	W&B	M&V	E&L	I&K	F&T	T&B	Ges.	s.g.A.
Weber*	41,7	0	33,8	5,4	1,0	8,1	10,0	0
Behrensm.*	43,7	0	32,3	5,6	0,9	8,8	8,7	0
Altner*	37,3	0	36,4	5,4	1,2	9,7	10,0	0

Tab. 7.2: Verteilung des Strom-/Fernwärmeverbrauchs der privaten Haushalte auf die Bedarfswfelder (in % des Energiegehalts) auf Grundlage verschiedener Basisdaten (* Zugrundeliegende Daten: Weber: Weber/Fahl 1993; Behrensm.: Behrensmeier/Bringezu 1995, Altner: Altner u.a. 1995)

Zu anderen Nachfragebestandteilen und zu den Produktionsbereichen wurden ähnliche Untersuchungen durchgeführt. Resultat sind Vektoren für die Aktivitätsfelder (s. Anhang), die für die Berechnung der Indikatorwerte verwendet werden.

7.2.4 Ausblick

Eine quantitative Erfassung der Aktivitätsfelder als Top-down-Ansatz erfordert eine datentechnische Abgrenzung der Input-Output-Tabellen. Dabei kann natürlich die datentechnische Abgrenzung der Aktivitätsfelder nicht völlig exakt erfolgen, zumal die vorliegenden Daten schon unscharfe Kategorien enthalten. Die entscheidende Frage ist folglich, inwieweit die Abgrenzung ihren Zweck erfüllt: Erlaubt sie eine Einschätzung der Größenordnung aller mit einer bestimmten Aktivität ökonomisch und technisch verbundenen Beiträge? Die Antwort erfordert Berechnungen und muss an der Analyse von Ergebnissen ansetzen. Die Rechnungen liefern für jeden Indikator Erkenntnisse über die Bedeutung verschiedener Einzelpositionen, auch solcher, die nicht innerhalb des Aktivitätsfelds liegen. Für die Positionen, die von großer Bedeutung sind, kann dann die Zugehörigkeit zum Aktivitätsfeld evtl. genauer untersucht werden. Auf diese Weise wurde auch bereits die datentechnische Abgrenzung in /Klann, Nitsch 1999/ präzisiert, wobei das Augenmerk den in diesem Projekt vertieft behandelten Aktivitätsfeldern galt (W&B, M&V, E&L). Insoweit dürften die Ergebnisse in diesen Bereichen vornehmlich durch Weiterentwicklungen der Input-Output-Analyse und Anpassungen der Input-Output-Tabellen an den jeweiligen Untersuchungsgegenstand verbessert werden können.

7.3 Methodik der Aktivitätsfeldanalyse

Im folgenden wird die Methodik der Aktivitätsfeldanalyse anhand der Bestimmung der kumulierten CO₂-Emissionen für die Güterverwendung im Aktivitätsfeld „Wohnen und Bauen“ sowohl inhaltlich erläutert als auch formelmäßig und mit Ergebnissen für 1993 dargestellt. Zur Bestimmung der kumulierten CO₂-Emissionen ist die Nutzung eines Ansatzes der Input-Output-Analyse unumgänglich, allerdings ist direkte Nutzung der konventionellen Input-Output-Analyse aufgrund der vorgegebenen und als sinnvoll erachteten Systemgrenzen der Aktivitätsfelder nicht möglich. In der konventionellen IO-Analyse werden die kumulierten Emissionen für die sogenannte Endnachfrage von Gütern bestimmt, das sind diejenigen Güter, die dem Umfang nach den Wirtschaftskreislauf eines Jahres verlassen, sei es für den Konsum, den Export oder für Investitionen. Die Aktivitätsfelder beinhalten aber für die Kernbereiche die Gesamtproduktion der jeweiligen Güter (bzw. Dienstleistungen), insbesondere auch Güter, die im Wirtschaftskreislauf verbleiben, und dabei u.U. auch Vorleistungen für weitere Kernbereiche innerhalb desselben Aktivitätsfeldes darstellen.

Der Übersichtlichkeit dienen folgende Einschränkungen: Das gesamte Aktivitätsfeld "Wohnen und Bauen" schließt neben der hier erörterten Güterverwendung auch die Raumheizung, den Stromverbrauch für Wohnzwecke sowie Dienstleistungen der Gebäudevermietung ein. Hiervon wird nur die Güterverwendung betrachtet. Weiterhin werden nur die inländischen Emissionen bei der Bestimmung der kumulierten CO₂-Emissionen berücksichtigt

7.3.1 Güterproduktion im Aktivitätsfeld "Wohnen und Bauen"

Abgrenzung der Güterproduktion und -verwendung

Die Abgrenzung der Güterverwendung des Aktivitätsfeldes "Wohnen und Bauen" besteht hier zum einen aus der *Gesamtproduktion* von sechs sogenannten "Kernbereichen" der IO-Tabelle für dieses Aktivitätsfeld. Hierbei handelt es sich um folgende Bereiche der Güterproduktion:

- Steine-Erden-Industrie (Bereich 13 der IO-Tabelle)
- Feinkeramik (Bereich 14 der IO-Tabelle)
- Holz, Holzbearbeitung (Bereich 30 der IO-Tabelle)
- Holzverarbeitung (Bereich 31 der IO-Tabelle)
- Hoch- und Tiefbau (Bereich 41 der IO-Tabelle)
- Ausbaugewerbe (Bereich 42 der IO-Tabelle)

Für diese Kernbereiche erfolgt die verwendungsseitige Abgrenzung also über den Produktionsumfang. Hieraus ergibt sich bei der Zurechnung von Vorleistungen das Problem, dass einige Kernbereiche im erheblichen Umfang Vorleistungen für andere Kernbereiche erbringen, z.B. die Steine- Erden-Industrie für den Hoch- und Tiefbau. Insofern wäre es unzulässig, die jeweiligen kumulierten Emissionen dieser Kernbereiche zu addieren und dieses Ergebnis als kumulierte Emissionen der Aggregation der sechs Kernbereiche zu interpretieren. Weiterhin werden in die Güterproduktion dieses Aktivitätsfeldes zusätzlich diejenigen Güter einbezogen, deren *Verwendung* in der IO-Tabelle für *Bauinvestitionen* ausgewiesen wird. Eine dritte Kategorie von Gütern besteht aus Gütern, die *dem privaten Verbrauch* als *Verwendung* für "Wohnen und Bauen" nach zugerechnet wurden (Kap. 7.2). Die Abgrenzung erfolgt also für die "Kernbereiche" über die gesamte Produktion in diesen Bereichen, für die anderen Bereiche der IO-Tabelle über die Verwendung bzw. - in der Ausdrucksweise der IO-Analyse- über die Beiträge zur Endnachfrage.

Die kumulierten CO₂-Emissionen für die Güterverwendung in der beschriebenen Abgrenzung beinhalten sowohl die bei der Produktion der Güter direkt anfallenden Emissionen als auch die Emissionen für die Gesamtheit aller hierfür benötigten Vorleistungen. Diese Vorleistungen bestehen sowohl aus Energieträgern, Dienstleistungen und weiteren Gütern, die in der obigen Abgrenzung des Aktivitätsfeldes nicht enthalten sind. Die Aufteilung der Güter der IO-Tabelle in Energieträger einerseits und andere Güter andererseits ist für die Betrachtung der CO₂-Emissionen sinnvoll, da der weit überwiegende Teil der Emissionen durch Verbrennung von Energieträgern entsteht. Für eine übersichtliche Darstellung bietet sich eine Zusammenfassung der IO-Bereiche in die sechs Kernbereiche, die sonstigen Güter, Dienstleistungen und Energieträger an, wobei datenmäßig aber immer mit der vollen Differenzierung der IO-Tabelle gerechnet wird.

Modellvorstellung der Güterproduktion und Aufgabenstellung für Zurechnungen

Die Modellvorstellung für die Güterproduktion des Aktivitätsfeldes "Wohnen und Bauen" sowie wichtige Querschnitte innerhalb des Aktivitätsfeldes werden anhand von Abb. 7.2 erläutert. Die Güterproduktion ist in der Abbildung in zwei Blöcke aufgliedert, wobei der eine Block die oben ausgewiesenen "Kernbereiche" des Aktivitätsfeldes enthält, der zweite Block die weiteren Bereiche der IO-Tabelle, allerdings nur in dem Umfang, der zum einen für die Güterproduktion der Kernbereiche benötigt wird, zum anderen für die oben aufgeführte zusätzliche Güterverwendung für die Endnachfrage.

Innerhalb der beiden Blöcke finden miteinander verkoppelte Produktionsprozesse statt, die datenmäßig durch die IO-Tabelle beschrieben werden, angedeutet durch die Pfeile innerhalb der Blöcke. Des weiteren werden sowohl Vorleistungen für die Kernbereiche als auch der Ausstoß von Gütern aus dem Block der Kernbereiche durch Pfeile gekennzeichnet, die aus den jeweiligen Blöcken herausführen. Dass es sich hierbei um eine Modellvorstellung handelt, die an die Struktur der IO-Tabellen angepasst ist, ergibt sich z.B. daraus, dass der Güteraustausch zwischen den Kernbereichen sehr wohl auch unter Verwendung von Dienstleistungen oder Energieträgern aus dem Block der Nicht-Kernbereiche erfolgt (Transportleistungen), nur werden diese Leistungen nicht im Block der Kernbereiche verbucht.

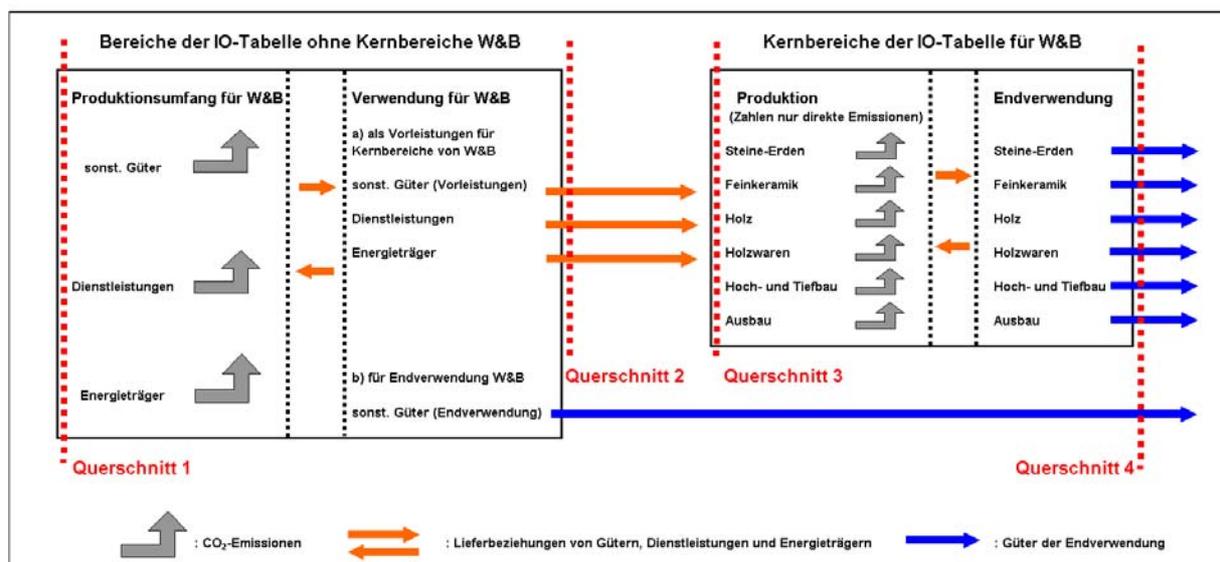


Abb. 7.2: Schema des Zurechnungsmodells mit hervorgehobenen Querschnitten

In die in Abb. 7.2 dargestellte Blockstruktur sind vier hervorgehobene Querschnitte eingetragen, die dazu dienen, den der Input-Output-Analyse innewohnenden Sachverhalt, dass jeder Produktionsprozess mit jedem anderen Produktionsprozess in Beziehung steht, in übersichtlicher Weise zusammenzufassen. Von links nach rechts sind dies folgende Querschnitte:

Querschnitt 1: Primärproduktion von "Nicht-Kernbereichs"-Gütern, Energieträgern und Dienstleistungen;

Querschnitt 2: Endprodukte der "Nicht-Kernbereiche" als Vorleistungen für "Kernbereiche"; dies sind ebenfalls Güter, Energieträger und Dienstleistungen, jedoch in anderer Zusammensetzung als in Querschnitt 1;

Querschnitt 3: Primärproduktion der Kernbereiche;

Querschnitt 4: Endverwendung der Produkte der Kernbereiche und der "Nicht-Kernbereiche", soweit letztere nicht Vorleistungen für die Kernbereiche sind.

Mittels dieser Querschnitte lässt sich die Aufgabenstellung für die Bestimmung und Zurechnung der CO₂-Emissionen des Aktivitätsfeldes wie folgt formulieren:

1. Bestimmung der kumulierten Emissionen der Güterproduktion und -verwendung durch Ermittlung der Relationen zwischen Querschnitt 3 und Querschnitt 1 für die Güter der Kernbereiche sowie zwischen Querschnitt 4 und Querschnitt 1 für die Güter der "Nicht-Kernbereiche". Diese Relationen ergeben sich zunächst als Mengenrelationen zwischen Gütern und Vorleistungen als Primärproduktion. Durch Multiplikation mit den bekannten Emissionskoeffizienten erhält man die kumulierten Emissionen.
2. Für die Güter der *Kernbereiche* ist für die CO₂-Zurechnung eine Relation zwischen Querschnitt 3 und Querschnitt 4 herzustellen. Dieser Arbeitsschritt eröffnet zusätzliche Erkenntnisse über die Güterverflechtungen zwischen den Kernbereichen untereinander. Weiterhin ist es sinnvoll, den unmittelbaren Vorleistungen für die Kernbereiche die entsprechenden CO₂-Emissionen zuzurechnen (Querschnitt 2).

7.3.3 Formelmäßige Darstellung der Zurechnung

Im folgenden wird zunächst das formelmäßige Ergebnis präsentiert, anschließend wird in Kap. 7.4 das Zurechnungsmodell auf die Güterproduktion und den damit verbundenen CO₂-Emissionen des Aktivitätsfeldes "Bauen und Wohnen" für das Jahr 1993 angewendet. Für die Zurechnungsformeln werden folgende Größen benötigt:

- B**: Outputkoeffizientenmatrix der IO-Tabelle, hierbei sind die Diagonalelemente unter Beachtung der Rechenregeln für lineare Gleichungssysteme auf Null zu setzen. Diese Umformung ist die formelmäßige Übersetzung der Prämisse, dass in die Berechnung der kumulierten Emissionen eines IO-Bereiches nur die Vorleistungen aus anderen IO-Bereichen eingehen, nicht aber aus demselben IO-Bereich.
- r**: Spaltenvektor der direkten Emissionen in den Wirtschaftsbereichen der IO-Tabelle
- B^o**: Outputkoeffizientenmatrix **ohne Lieferungen** der Kernbereiche (Zeilen der obigen **B**-Matrix). Diese Koeffizienten werden zu Null gesetzt. Die Koeffizienten der **Bezüge** der Kernbereiche (Spalten der obigen **B**-Matrix) von den Nicht-Kernbereichen werden aber nicht verändert.
- z_{KernW&B}**: Spaltenvektor der Anteile der Kernbereiche für Güter für W&B; die Komponenten dieses Vektors sind =1 für die Kernbereiche und =0 für die Nicht-Kernbereiche
- z_{ohneKernW&B}**: Spaltenvektor der Anteile der Endverwendung für Wohnen und Bauen unter den Sonstigen Gütern (ohne die Vorleistungen für Kernbereiche)
- I**: Einheitsmatrix (als Hilfsgröße)
- i**: Spaltenvektor, bestehend aus lauter Einsen (als Hilfsgröße zu Summenbildung)

Die Informationsbasis besteht aus den Größen **B**, **r** und **z_{ohneKernW&B}**; der Vektor **z_{KernW&B}** beschreibt lediglich in Vektordarstellung, welches die Kernbereiche der Güterproduktion von Wohnen und Bauen sind. Die Matrix **B^o** ergibt sich aus der Outputkoeffizientenmatrix **B** durch Nullsetzung der Lieferungen der Kernbereiche an die anderen Bereiche der IO-Tabelle (einschließlich der jeweils anderen Kernbereiche).

Durch Einführung dieser Matrix lassen sich Mehrfachzählungen auf formelmäßig einfache Weise vermeiden. Die weiteren Größen \mathbf{I} und \mathbf{i} sind rechentechnische Hilfsgrößen.

Neben den oben aufgeführten Vektoren und Matrizen gehen in die formelmäßige Darstellung die folgenden Rechenoperationen für Vektoren bzw. Matrizen ein:

Die **Inversion** einer Matrix, dargestellt durch: $^{-1}$

Die **Transponierung** eines Vektors, das ist die Umwandlung eines Spaltenvektors in einen Zeilenvektor mit identischen Komponenten, dargestellt durch: $'$

Die Umwandlung eines Vektors in eine **Diagonalmatrix** (hierbei stehen die Komponenten des Spalten- bzw. Zeilenvektors in der Hauptdiagonalen der zugehörigen Matrix, außerhalb dieser Diagonalen enthält die Diagonalmatrix nur Nullen): dargestellt durch: $\langle \rangle$

Mit diesen Basisgrößen und Rechenoperationen errechnet sich der Zeilenvektor $\mathbf{q}'_{W\&B}$ der kumulierten Emissionen für "Bauen und Wohnen" zu

$$\mathbf{q}'_{W\&B} = \mathbf{r}' * \langle [(\mathbf{I}-\mathbf{B}^0)^{-1} * \mathbf{z}_{\text{KernW\&B}}] \rangle + \mathbf{r}' * \langle [(\mathbf{I}-\mathbf{B}^0)^{-1} * \mathbf{z}_{\text{ohneKernW\&B}}] \rangle \quad (1)$$

Dieser Vektor $\mathbf{q}'_{W\&B}$ enthält in seinen Komponenten, diejenigen Emissionsbeiträge, die in den zugehörigen Wirtschaftsbereichen erzeugt werden. Die Summation über alle Komponenten des Vektors $\mathbf{q}'_{W\&B}$ ergibt die gesamten kumulierten Emissionen der Güterverwendung im Aktivitätsfeld, und zwar ohne Doppelzählungen.

Der erste Term von Formel (1) enthält die kumulierten Emissionen für die Güterproduktion der Kernbereiche, der zweite Term die kumulierten Emissionen für diejenigen Güter der Endverwendung, die nicht aus den Kernbereichen stammen. Die formelmäßig elegante Nutzung der Matrix \mathbf{B}^0 zur Vermeidung von Doppelzählungen hat rechentechnisch die unangenehme Konsequenz, dass für jedes Aktivitätsfeld die Inversion einer aktivitätsfeldspezifischen Matrix notwendig wird.

Die Zurechnung der nach Formel (1) errechneten kumulierten Emissionen zur Endverwendung (Querschnitt 4 von Abb. 4) lässt sich mittels zweier Zurechnungsmatrizen \mathbf{Z}_1 und \mathbf{Z}_2 darstellen, wobei sich \mathbf{Z}_1 auf die Endverwendung der Güterproduktion der Kernbereiche bezieht, \mathbf{Z}_2 auf die Endverwendung der Güterproduktion aus den "Nicht-Kernbereichen". Diese beiden Matrizen lauten:

$$\mathbf{Z}_1 = \langle [\mathbf{r}' * (\mathbf{I}-\mathbf{B})^{-1}] \rangle * \mathbf{B} * \langle [(\mathbf{I}-\mathbf{B}^0)^{-1} * \mathbf{z}_{\text{KernW\&B}}] \rangle \quad (2)$$

$$\mathbf{Z}_2 = \langle [\mathbf{r}' * (\mathbf{I}-\mathbf{B}^0)^{-1}] \rangle * \mathbf{B}^0 * \langle [(\mathbf{I}-\mathbf{B}^0)^{-1} * \mathbf{z}_{\text{ohneKernW\&B}}] \rangle \quad (3)$$

Der Zeilenvektor $\mathbf{q}'_{E' W\&B}$ der zugerechneten Emissionen für die Endverwendung ergibt sich mittels dieser beiden Zurechnungsmatrizen und dem Vektor $\mathbf{q}'_{W\&B}$ der kumulierten Emissionen für die Produktion der Güter des Aktivitätsfeldes zu:

$$\mathbf{q}'_{E'_{W\&B}} = \mathbf{q}'_{W\&B} + \mathbf{i}' * (\mathbf{Z}_1 + \mathbf{Z}_2) - [(\mathbf{Z}_1 + \mathbf{Z}_2) * \mathbf{i}'] \quad (4)$$

Die Emissionszurechnung zum Querschnitt 2, also die Emissionszurechnung zu den Vorleistungen für den Block der Kernbereiche ergibt sich über folgende Formel, wobei hier die nichttransponierte Darstellung des Ergebnisvektors $\mathbf{q}_{v_{KernW\&B}}$ verwendet wird:

$$\mathbf{q}_{v_{KernW\&B}} = (\mathbf{B}^0 * \mathbf{z}_{KernW\&B}) * \langle [\mathbf{r}' * (\mathbf{I} - \mathbf{B}^0)^{-1}] \rangle \quad (5)$$

Aus den Formeln (1)-(5) ist zu erkennen, dass sich das Zurechnungsmodell formelmäßig in kompakter Art und Weise darstellen lässt. Für die Berechnung mittels Tabellenkalkulationsprogrammen bieten sich rechentechnische Vereinfachungen an, auf die in dieser methodenorientierten Abhandlung aber nicht eingegangen werden soll.

7.3.4 Anwendung auf die CO₂-Emissionen von 1993

Das Zurechnungsmodell wird in diesem Abschnitt anhand von konkreten Zahlenwerten /Statistisches Bundesamt/ für 1993 für die Güterverwendung im Aktivitätsfeld "Wohnen und Bauen" erläutert. Zunächst ist der Vektor der kumulierten Emissionen nach Formel (1) zu bestimmen. Für die Ergebnisdarstellung werden die sechs Kernbereiche getrennt aufgeführt, die übrigen Bereiche der IO-Tabelle werden zusammengefasst in:

- Sonstige Güter (ohne Energieträger)
- Dienstleistungen
- Energieträger

Für 1993 ergeben sich für die kumulierten CO₂-Emissionen der Güterproduktion im Bereich "Wohnen und Bauen" die in Tabelle 7.3 aufgeführten Beiträge:

	Kernbereiche des Aktivitätsfeldes Bauen und Wohnen in IO-Tabelle						restliche Bereiche der IO-Tabelle			Summe	Anteil Kern- bereiche
	Steine- Erden	Fein- keramik	Holz	Holz-wa- ren	Hoch- und Tiefbau	Ausbau	Sonst. Güter für W&B	Dienstl. für W&B	Energie für W&B		
Direkte Emissionen im Bereich	22,67	1,64	1,21	1,70	9,16	3,49	17,07	9,53	36,65	103,11	0,39

Direkte Emissionen im Bereich	22,67	1,64	1,21	1,70	9,16	3,49	11,79	8,71	30,76	91,12	0,44
-------------------------------	-------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	-------	------

Tab. 7.5: Kumulierte CO₂-Emissionen der Kernbereiche des Aktivitätsfeldes "Wohnen und Wohnen", 1993: quellenbezogene Zurechnung (alle Angaben in Mill. t CO₂, bis auf Anteile)

Der Vergleich zwischen den Tab. 7.4 und 7.5 zeigt, dass etwa die Hälfte der CO₂-Emissionen für die Energieträger innerhalb des Blockes der Produktionsverflechtungen der "Nicht-Kernbereiche" darauf entfällt, gütermäßige Vorleistungen und Dienstleistungen als unmittelbare Vorleistungen für die Kernbereiche zu erzeugen. Die verbleibende Hälfte der CO₂-Emissionen für Energieträger wird der direkten Verwendung der Energieträger (insbesondere Strom) innerhalb der Kernbereiche zugerechnet. Dieses Beispiel verdeutlicht die CO₂-Relevanz von Energie- und Materialströmen aufgrund von wirtschaftlichen Verflechtungen.

Die Zurechnung der CO₂-Emissionen zu den Gütern der Endverwendung (Querschnitt 4) basiert auf der Erstellung der beiden Zurechnungsmatrizen und der Bildung von Zeilen- und Spaltensummen (Formeln 2-4). Diese Vorgehensweise wird im folgenden anhand von Tab. 7.6 unter Nutzung konkreter Zahlenwerte dargestellt. In dem fett umrandeten Tabellenteil ist die Zurechnungsmatrix als Summe von **Z₁** und **Z₂** dargestellt, wobei die Bereiche außerhalb der Kernbereiche in der üblichen Weise zusammengefasst sind. Durch diese Aggregation entstehen in den Diagonalelementen Werte größer als Null. Die Zeile unterhalb der Zurechnungsmatrix enthält die Spaltensumme der Zurechnungsmatrix zuzüglich der direkten Emissionen der jeweiligen Spalten aus Tabelle 7.3, diese Zeile entspricht den ersten beiden Termen der rechten Seite von Formel (4).

		Matrix der Zurechnung der CO ₂ -Emissionen im Aktivitätsfeld								Zeilensummen der Zurechnungsmatrix	
an	von	Steine-Erden	Fein-keramik	Holz	Holz-waren	Hoch- und Tiefbau	Ausbau	Sonst. Güter für W&B	Dienstl. Für W&B	Energie für W&B	
	Steine-Erden		0,07	0,02	0,02	24,66	2,67	0,14	0,06	0,01	27,65
	Feinkeramik	0,01		0,00	0,01	0,02	0,68	0,01	0,01	0,00	0,74
	Holz	0,03	0,00		1,54	0,68	0,66	0,04	0,00	0,00	2,95
	Holzwaren	0,01	0,00	0,01		0,33	1,16	0,03	0,02	0,00	1,57
	Hoch- und Tiefbau	0,02	0,00	0,03	0,06		0,00	0,06	0,19	0,05	0,41
	Ausbau	0,04	0,01	0,01	0,03	0,00		0,08	0,19	0,03	0,40
	Sonst. Güter für W&B	2,01	0,16	0,95	3,15	7,77	9,90	16,03	3,21	0,36	43,53
	Dienstleistungen für W&B	1,92	0,12	0,41	1,45	6,13	3,26	4,19	3,11	0,34	20,92

Energie für W&B	8,70	0,64	1,98	1,72	1,62	0,30	17,86	4,61	4,00	41,45
Spaltensumme + direkte Emissionen von Tab. 7.3	35,42	2,64	4,62	9,67	50,36	22,13	55,51	20,92	41,45	
Spalte der Zeilensummen transponiert	27,65	0,74	2,95	1,57	0,41	0,40	43,53	20,92	41,45	
Zurechnung zur Endverwendung (Differenz)	7,77	1,90	1,66	8,10	49,95	21,73	11,98	-	-	

Tab. 7.6: Zurechnung der kumulierten CO₂-Emissionen zur Endverwendung (alle Angaben in Mill. t CO₂)

Als Spalte sind rechts neben der Zurechnungsmatrix die jeweiligen Zeilensummen eingetragen. Dieser Spaltenvektor ist gemäß Formel (4) zu transponieren und von der Zeile unterhalb der Zurechnungsmatrix zu subtrahieren. Die unterste Zeile als Endergebnis wird mit der Erweiterung um die Gesamtsumme und um den Anteil der Kernbereiche an den derart zugerechneten CO₂-Emissionen in Tabelle 7.7 dargestellt.

	Kernbereiche des Aktivitätsfeldes Bauen und Wohnen in IO-Tabelle						Restliche Bereiche der IO-Tabelle			Summe	Anteil Kernbereiche
	Steine-Erden	Fein-keramik	Holz	Holz-wa-ren	Hoch- und Tiefbau	Ausbau	Sonst. Güter für W&B	Dienstl. Für W&B	Energie für W&B		
Zugerechnete Emissionen für Endverwendung	7,77	1,90	1,66	8,10	49,95	21,73	11,98	-	-	103,11	0,88

Tab. 7.7: Ergebnis der Zurechnung der CO₂-Emissionen zur Endverwendung 1993 (alle Angaben in Mill. t CO₂, bis auf Anteile)

Aus dieser Tabelle ist unter Bezugnahme auf Tabelle 7.3 folgendes abzuleiten:

- In Tab. 7.7 dominiert anteilmäßig der Hoch- und Tiefbau, gefolgt vom Ausbau. Die Steine-Erden-Industrie hingegen nimmt hier nur Platz vier in der Rangfolge der Beiträge der Kernbereiche ein, was bedeutet, dass die Produkte der Steine-Erden-Industrie zum überwiegenden Teil durch die anderen Kernbereiche des Aktivitätsfeldes weiterverarbeitet werden.
- Die Endnachfrage nach Gütern aus den "Nicht-Kernbereichen" weist einen Anteil von 12 % auf, damit lassen sich die CO₂- Emissionen der Vorleistungen für die Kernbereiche auf einen Anteil von 49 %, bezogen auf die gesamten kumulierten Emissionen der Güterverwendung, bestimmen. (Aus Tab. 7.3 ergibt sich, dass 61 % der CO₂-Emissionen aus Nicht-Kernbereichen stammen, hiervon sind die 12 % von Tabelle 7.7 zu subtrahieren, die nicht für die Kernbereiche erforderlich

sind, diese Differenz ist der Anteil der CO₂-Emissionen für Vorleistungen für die Kernbereiche.)

Eine Zusammenstellung der Ergebnisse in den Tabellen 7.3, 7.4 und 7.6 unter Bezug auf die grafische Darstellung des Zurechnungsmodells liefert Abb. 7.3.

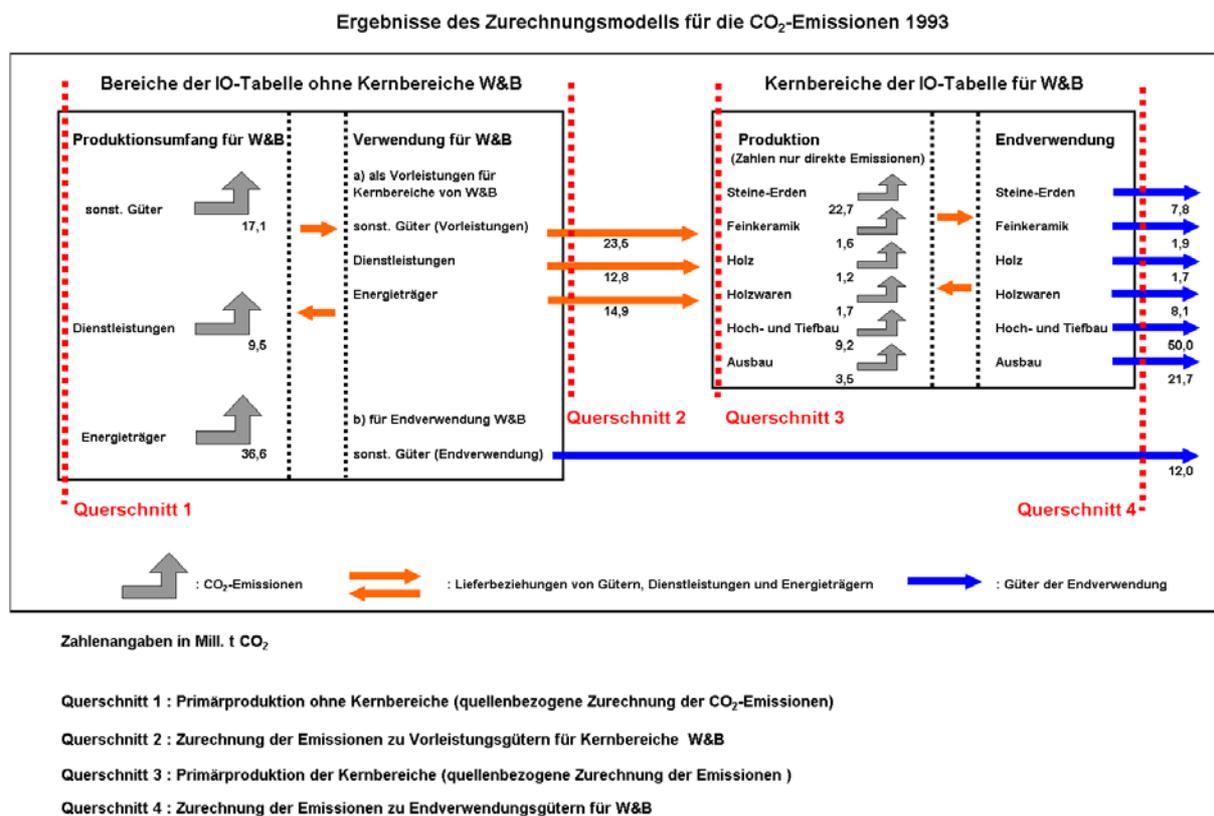


Abb. 7.3: Ergebnisse des Zurechnungsmodells für die CO₂-Emissionen 1993

Auch wenn die Ergebnisse in Verbindung mit der zugrundeliegenden Modellvorstellung einen interessanten Einblick in die Zusammenhänge der Güterproduktion und der Güterverwendung im Aktivitätsfeld liefern, so lässt sich dennoch das Manko einer wenig anschaulichen formelmäßigen Vorgehensweise nicht wegdiskutieren. Das wesentliche Hindernis für eine anschauliche Herleitung besteht darin, dass die in Tab. 7.6 dargestellten Zwischenergebnisse, insbesondere die Werte der Zeile unterhalb der Zurechnungsmatrix, nicht in einfacher Weise interpretierbar sind. Die naheliegende Vermutung, es handelt sich hierbei zumindest für die Kernbereiche um die jeweiligen kumulierten Emissionen, ist nämlich leider nicht korrekt. Für eine detailliertere Darstellung der Überlegungen zur Erstellung des formelmäßigen Zurechnungsmodells, insbesondere auch unter Bezug auf übliche Zurechnungsmodelle der IO-Analyse, ist ein eigenständiger Bericht in Vorbereitung /Schulz 2001/.

7.3.5 Weitere Anwendungen des Zurechnungsmodells im Projektkontext

Entsprechend der Ausführungen in Kap. 7.2.2 ist die eben dargestellte Methodik unmittelbar auf Indikatoren aus Kap. 5 anwendbar, die in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung auf die Bereiche der IO-Tabellen aufgegliedert sind oder in den veröffentlichten IO-Tabellen enthalten sind. Mit Hilfe des Zurechnungsmodells ist ein Überblick über die Relevanz der Aktivitätsfelder für die einzelnen Indikatoren zu geben (z.B. Kap. 9.4). Die weiteren Anwendungen des Zurechnungsmodells lassen sich in folgende generelle Problemstellungen einordnen:

1. Herausarbeitung und Darstellung der Relevanz von ausgewählten Lieferströmen innerhalb des Aktivitätsfeldes für verschiedene Indikatoren, wie z.B. die CO₂-Relevanz für die Produkte der Steine-Erden-Industrie oder für die Metallverwendung im Aktivitätsfeld "Wohnen und Bauen". Konkrete Rechnungen hierzu finden sich in /Schulz 2001/
2. Auswirkungen von Strukturänderungen auf die Indikatoren; die Analyse von Strukturänderungen und deren Auswirkungen ist eines der "klassischen" Anwendungsgebiete der Input-Output-Analyse.
3. Die Entwicklung von Zukunftsprojektionen auf der Basis der vergangenen Entwicklung.
4. Die Analyse der Auswirkungen von technologischen Entwicklungen und von anderen Maßnahmen, die das jeweilige Aktivitätsfeld betreffen. Für den erstgenannten Aspekt ist die Einbeziehung von Elementen aus Modellen der Prozesskettenanalyse zur weiteren Aufgliederung notwendige Voraussetzung.

Die genannten Anwendungen liefern teils ex-post- teils ex-ante-Aussagen. Da zumindest die hier verwendeten Arten der Input-Output-Analyse keinen ökonomischen oder sozialen Koordinationsmechanismus (z.B. Preismechanismus) abbilden, sind ex-ante-Analysen durch in dieser Hinsicht bessere Methoden abzusichern. Hierfür werden in einer Kooperation gesamtwirtschaftliche umweltökonomische Simulationsmodelle hinzugezogen. In diese werden die Szenarien (Kap. 6) sowie die Szenarioergebnisse aus den Aktivitätsfeldern implementiert. Sie liefern als Resultate komplette Input-Output-Tabellen sowie einige Umweltindikatoren, die auf Basis der dargestellten Methodik und deren weiteren Anwendungen diskutiert und ausgewertet werden (ausführlich: /Klann, Nitsch 1997). Das Aktivitätsfeldkonzept kann damit auch in Szenarien durchgehalten werden.

Anhang: Aktivitätsfeldvektoren (1993, in DM93, inkl. Importe)

Gütergruppen (nach SIO 91)	W&B	Mob	E&L	F&T	I&K	T&B	Ges.	s.g.A.
Landwirtschaft (1)	0	0	95170	7829	0	0	0	0
Forstwirtschaft, Fischerei (2)	1075	65	16091	1286	0	0	0	0
Elektrizität und Fernwärme (3)	13325	0	13004	429	1929	3465	3572	0
Verteilte Gase (4)	11542	0	582	0	0	0	816	0
Wasser (5)	0	0	0	0	0	0	0	0
Kohle (6)	1184	0	53	0	0	0	32	0
Bergbauerg. (oh. Kohle) (7)	1	0	127	102	0	0	0	0
Erdöl, -gas (8)	0	0	0	0	0	0	0	0
Chemische Erzeugnisse (9)	3001	304	747	3149	1	2996	16415	0
Mineralöl (10)	9532	43844	2154	28014	184	610	705	0
Kunststofferzeugnisse (11)	3236	408	3014	515	1	552	102	0
Gummierzeugnisse (12)	74	21266	193	2976	18	100	252	0
Steine u. Erden ... (13)	69987	1	0	184	0	0	0	0
Feinkeramische Erzg. (14)	7957	0	1704	619	0	0	0	0
Glas u. Glaswaren (15)	172	0	974	358	0	0	24	0
Eisen/Stahl (16)	0	0	0	0	0	0	0	0
NE-Metalle (17)	81	9	0	0	0	0	0	0
Gießereierzg. (18)	0	13	0	0	0	0	0	0
Erzg. Der Ziehereien (19)	8687	958	2	49	0	1	0	0
Stahlbauerg. (20)	15663	1774	0	0	0	0	0	0
Maschinenbauerg. (21)	922	1530	1008	201	0	119	0	0
Büromaschinen (22)	0	436	0	0	45007	0	0	0
Straßenfahrzeuge (23)	1608	319207	4203	60741	400	1323	492	0
Wasserfahrzeuge (24)	0	9993	0	723	0	0	0	0
Luft- und Raumfahrzeuge (25)	0	25843	0	115	0	0	0	0
Elektrotechnische Erzg. (26)	8708	3316	7035	1031	16096	2345	536	0
Feinmechanik ... (27)	0	67	0	4416	0	0	3551	0
EBM-Waren (28)	7234	587	3902	708	0	31	530	0
Musikinstrumente, Spielwaren ... (29)	0	15	0	12859	0	1	0	0

Holz (30)	16935	0	0	5	0	0	0	0
Holzwaren (31)	66862	392	0	356	0	7	156	0
Zellstoff, Holzschiff etc. (32)	18	0	0	0	105	0	156	0
Papier- und Pappwaren (33)	1261	0	631	0	32795	0	2556	0
Erzg. Der Druckereien ... (34)	0	0	0	0	51397	0	0	0
Leder, Lederwaren... (35)	1	35	2	726	0	18346	0	0
Textilien (36)	3262	9	0	39	0	64764	181	0
Bekleidung (37)	4897	0	0	319	0	46805	0	0
Nahrungsmittel (38)	0	0	244913	1173	0	0	0	0
Getränke (39)	0	0	44488	0	0	0	0	0
Tabak (40)	0	0	28212	0	0	0	0	0
Bau (41)	258282	22073	0	0	0	0	0	0
Ausbau (42)	175654	12525	0	0	0	0	0	0
Dlsg. des Großhandels (43)	9191	19426	19539	16100	5396	10786	4458	0
Dlsg. des Einzelhandels (44)	28117	16575	52886	21890	17559	52938	10901	0
Dlsg. der Eisenbahnen (45)	551	19186	347	4472	36	89	42	0
Dlsg. d. Schifffahrt (46)	227	21316	56	606	3	2	20	0
Dlsg. d. Postdienst ... (47)	0	0	0	0	42139	0	0	0
Dlsg. d. sonst. Verkehrs (48)	2545	165546	6544	27547	1110	1558	680	0
Dlsg. d. Kreditinstitute (49)	0	0	0	0	0	0	0	17800
Dlsg. d. Versicherungen (50)	5534	20732	917	13245	87	289	102	25915
Dlsg. d. Vermietung (51)	431362	5787	256	3697	24	81	28	0
Dlsg. d. Gastgewerbes (52)	0	0	53058	107445	0	0	1313	0
Dlsg. d. Wissenschaft, Kultur ... (53)	31	2976	81	1878	40563	26	9	0
Dlsg. Gesundheit (54)	0	0	0	286	0	0	101862	0
Sonstige marktbestimmte Dlsg. (55)	27808	7634	1547	10619	15245	1353	8822	11402
Dlsg. d. Gebietskörperschaften (56)	11661	17861	1983	32286	7330	247	26558	526034
Dlsg. d. Sozialversicherung (57)	0	0	0	0	0	0	188900	220510
Dlsg. d. Org. oh. Erwerbzzweck (58)	2217	81	1867	1401	2799	485	3059	117640

Anmerkungen: *Aktivitätsfelder:* Abkürzungen s. Abschnitt 7.2; *fettgedruckt:* Kernbereiche (Aufkommenswerte; methodische Implikationen s. Abschnitt 7.3; *Werte:* inklusive Importe, Ersatzinvestitionen nicht in Vorleistungsverflechtung integriert.

Literatur

/Altner u.a. 1995/: Altner, G., Dürr, H.-P., Michelsen, G., Nitsch, J.: Zukünftige Energiepolitik, Bonn 1995.

/Behrensmeier, Bringezu 1995/: Behrensmeier, R., Bringezu, S. (1995): Zur Methodik der volkswirtschaftlichen Material-Intensitäts-Analyse: Der bundesdeutsche Umweltverbrauch nach Bedarfsfeldern, Wuppertalpapers 45. Wuppertal 1995.

/BUND, Misereor (Hrsg.) 1997/: Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung, 4. Auflage, Basel, 1997.

/Esso 2000/ Esso Deutschland GmbH (Hrsg.): Energieprognose 2000, Hamburg 2000.

/Klann 1998/: Klann, U.: Zuordnung von Elementen der IO-Tabelle auf die Aktivitätsfelder I, Manuskript, DLR, Stuttgart 19.08.1998.

/Klann, Nitsch 1999/: Klann, U.; Nitsch, J.: Der Aktivitätsfelderansatz – Ein Ansatz für die Untersuchung eines integrativen Konzepts nachhaltiger Entwicklung. STB-Bericht 23; DLR, Stuttgart 1999.

/Schulz 2001/ V. Schulz: Langfassung für Abschnitt 7.3 dieses Beitrags, in Bearbeitung

/Statistisches Bundesamt/: Statistisches Bundesamt: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Fachserie 18, Reihe 2: Input-Output-Tabellen. Stuttgart, versch. Jahrgänge

/Statistisches Bundesamt a/: Statistisches Bundesamt: Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Fachserie 19, Reihe 5: Material- und Energieflußrechnungen. Stuttgart, versch. Jahrgänge

/Verkehr in Zahlen, 1998/ Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.): Verkehr in Zahlen 1998, Bonn, 1998.

/Weber, Fahl, 1993/: Weber, C., Fahl, U.: Energieverbrauch und Bedürfnisbefriedigung, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 43, Heft 9, S.605-612, 1993.