

## Strukturelle Entwicklungen im deutschen Verkehrssektor

VON HANS-FRIEDRICH EC KEY UND MATTHIAS TÜRCK, KASSEL

### 1. Problemstellung

Der Verkehrsbereich hat eine wichtige volkswirtschaftliche Bedeutung, da er neben der eigenen Bruttowertschöpfung auch die Mobilität von Waren, Dienstleistungen und Arbeitnehmern gewährleistet (Diekmann 2003). Das Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln hat beispielsweise in einer Studie im Auftrag des Deutschen Verkehrsforums mit einer Simulation nachgewiesen, dass ohne das Wachstum des Verkehrssektors zwischen 1965 und 1990 die Bruttowertschöpfung, die Arbeitsproduktivität sowie die Beschäftigtenzahl deutlich geringer wären (Baum 1999). Daneben gibt es aber auch negative externe Effekte vor allem ausgelöst durch Abgase und Lärm.<sup>1</sup> Teilweise wird deshalb überlegt, wie der Verkehr gesenkt werden kann, ohne das Wirtschaftswachstum entscheidend zu verringern (s. z. B. Tight/Delle Site/Meyer-Rühle 2004).

Gleichzeitig ist der Verkehr insbesondere abhängig von Entwicklungen im Nachrichtensektor. Durch die elektronische Übermittlung von Daten in Form von Emails oder Internetformularen werden beispielsweise Briefsendungen zum Teil überflüssig, und Videokonferenzen über Datennetze verringern teilweise die Notwendigkeit von Dienstreisen (Baum 2000). Aufgrund der engen Beziehungen zwischen beiden Bereichen betrachten wir entsprechend der Klassifikation des Statistischen Bundesamtes bei der Input-Output-Rechnung den Bereich Verkehr und Nachrichtenübermittlung gemeinsam.

Die hohe Bedeutung des Verkehrs- und Nachrichtenbereichs zeigt sich auch in seiner zeitlichen Entwicklung im Vergleich zur gesamten Volkswirtschaft (vgl. Abb. 1). So ist der Bruttoproduktionswert dieses Sektors zwischen 1991 und 2002 um 12 % mehr angestiegen als die entsprechende Größe der gesamten Volkswirtschaft. Abb. 1 enthält aber auch eine Differenzierung nach Untersektoren. Der Verkehrsbereich wird entsprechend der Klassifikation des Statistischen Bundesamtes in fünf aggregierte Sektoren "Eisenbahndienstleistungen", "sonstige Landverkehrsleistungen, Transportleistungen in Rohrfernleitungen" oder kurz "sonstiger Landverkehr", "Schifffahrtsleistungen", "Luftfahrtleistungen" sowie

---

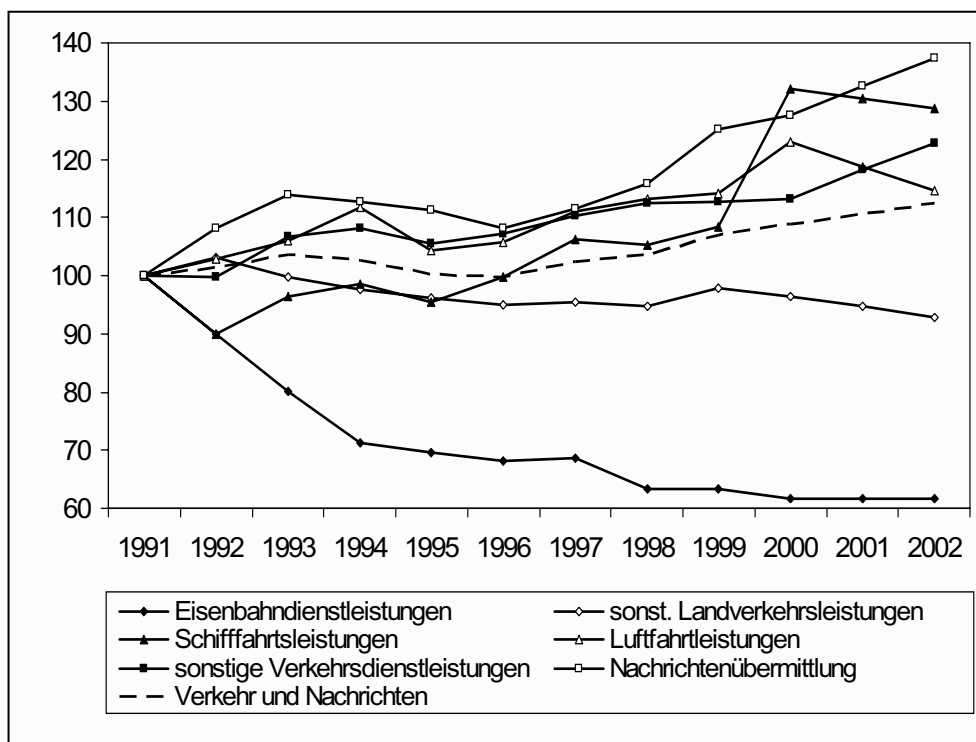
*Anschrift der Verfasser:*

Prof. Dr. Hans-Friedrich Eckey  
Matthias Türck, M. A.  
Universität Kassel  
Nora-Platiel-Str. 4  
34109 Kassel  
e-mail: eckey@wirtschaft.uni-kassel.de

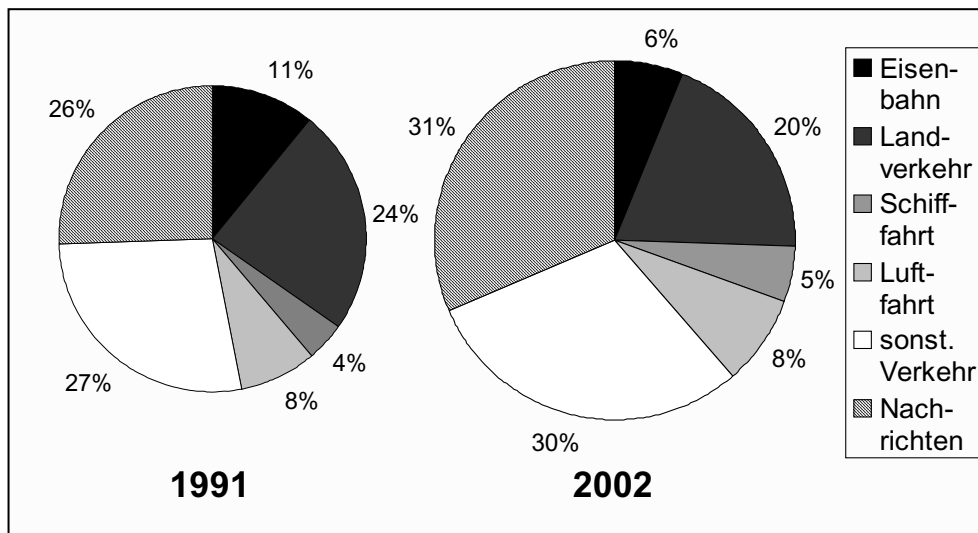
<sup>1</sup> Für die Lärmkosten liegen übrigens auch wertmäßige Schätzungen vor, vgl. beispielsweise Delucchi/Hsu 1998.

"Dienstleistungen bezüglich Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr" (im Folgenden als "sonstiger Verkehr" bezeichnet) unterteilt. Während sich die Nachrichtenübermittlung extrem gut entwickelt hat, ist der Bruttowertsbeitrag von Eisenbahndienstleistungen erheblich gesunken.

**Abb. 1: Entwicklung des Bruttowertsbeitrages relativ zur gesamten Volkswirtschaft**



Noch deutlicher werden die Diskrepanzen, wenn der Anteil der Bruttowertsbeiträge der einzelnen Untersektoren an dem gesamten Bruttowertsbeitrag des Sektors Verkehr und Nachrichtenübermittlung betrachtet wird (vgl. Abb. 2). Während der Anteilswert für Eisenbahndienstleistungen 1991 noch bei 11 % lag, so beträgt dieser 2002 nur noch 6 %. Etwas zurückgegangen sind auch Landverkehrsleistungen, während insbesondere bei der Nachrichtenübermittlung ein Anstieg von 26 % auf 31 % festzustellen ist.

**Abb. 2: Aufteilung der Bruttonproduktion auf einzelne Untersektoren**

Diese Entwicklungen sollen im Folgenden näher untersucht werden. Speziell wollen wir herauszufinden, ob strukturelle Veränderungen im Sektor Verkehr und Nachrichtenübermittlung stattgefunden haben oder ob die aufgezeigten Entwicklungen nur auf Nachfrageänderungen zurückgeführt werden können. Hierbei verknüpfen wir die Input-Output-Analyse mit der Dekompositionsanalyse. Eine ähnliche Analyse liegt für Kanada (Harris 2003), nicht jedoch für Deutschland vor.<sup>2</sup> Das entsprechende Modell wird im zweiten Abschnitt beschrieben. Gegenstand von Abschnitt 3 ist die empirische Analyse. Im Schlussteil erfolgt ein kurzes Resümee.

## 2. Modell

Wir wollen eine Input-Output-Analyse für den Verkehrssektor – gekoppelt mit einer Dekompositionsanalyse – für den Zeitraum 1991 bis 2002 durchführen (s. Skolka 1989 u. Chóliz/Duarte 2006). Beginnen wir mit der Input-Output-Rechnung, die den Output des  $j$ -ten Wirtschaftsbereichs  $X_j$  in den Verbrauch an Vorleistungen aus den  $n$  Sektoren für den  $j$ -ten Sektor,  $X_{j1}$ ,  $X_{j2}$ , ...,  $X_{jn}$ , sowie die Lieferungen an die Endnachfrage  $Y_j$  zerlegt:

<sup>2</sup> Diekmann (2006) hat in einer jüngst erschienenen Studie mit Hilfe der Input-Output-Rechnung die Beziehung zwischen Verkehr und Konsum untersucht. Er führt jedoch keine Dekompositionsanalyse durch und stellt den Konsum in den Vordergrund.

$$(1) \quad \begin{array}{cccccc} X_{11} & + X_{12} & + \dots & + X_{1n} & + Y_1 & = X_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{j1} & + X_{j2} & + \dots & + X_{jn} & + Y_j & = X_j \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ X_{n1} & + X_{n2} & + \dots & + X_{nn} & + Y_n & = X_n \end{array}$$

Gewöhnlich wird dieses Modell jedoch unter Verwendung der Input-Koeffizienten,

$$(2) \quad a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j},$$

dargestellt, die den Anteil des Outputs vom Sektor j angeben, die als Vorleistung vom Sektor i bezogen werden. Man erhält damit ein Gleichungssystem

$$(3) \quad \begin{array}{cccccc} a_{11} \cdot X_1 & + a_{12} \cdot X_2 & + \dots & + a_{1n} \cdot X_n & + Y_1 & = X_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{j1} \cdot X_1 & + a_{j2} \cdot X_2 & + \dots & + a_{jn} \cdot X_n & + Y_j & = X_j \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} \cdot X_1 & + a_{n2} \cdot X_2 & + \dots & + a_{nn} \cdot X_n & + Y_n & = X_n \end{array}$$

das sich allerdings übersichtlicher unter Verwendung von Matrizen lösen lässt (vgl. Stäglin 1985 und Leontief 1986).  $\mathbf{A}$  stellt dabei die  $n \times n$ -Matrix der Inputkoeffizienten dar. Die Vektoren  $\mathbf{x}$  und  $\mathbf{y}$  enthalten die Werte  $X_j$  bzw.  $Y_j, j = 1, 2, \dots, n$ . Das Gleichungssystem

(3) ist dann durch die Beziehung

$$(4) \quad \mathbf{x} = \mathbf{Ax} + \mathbf{y}$$

gegeben. Aufgelöst nach dem Output erhält man:

$$(5) \quad \mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \cdot \mathbf{y} = \mathbf{D} \cdot \mathbf{y},$$

wobei  $\mathbf{I}$  die Einheitsmatrix darstellt. Die Leontief-Koeffizienten  $d_{ij}$  geben dabei an, wie viel Sektor i als Vorleistung für Sektor j produzieren muss, damit Sektor j eine Einheit an die Endnachfrage ausliefern kann (Weiß 1993).

Wir werden die Input-Output-Analyse differenziert nach den in der Einleitung erläuterten sechs aggregierten Sektoren für den Bereich Verkehr- und Nachrichtenübermittlung,  $s = 1, 2, \dots, 6$ , durchführen. Ausgegangen wird jeweils vom Sektor s sowie allen übrigen Sektoren der Volkswirtschaft, die mit  $\bar{s}$  bezeichnet seien. Man erhält dann anstelle von (4) die Beziehung (vgl. Sánchez/Duarte 2003):

$$(6) \quad \begin{bmatrix} \mathbf{x}_s \\ \mathbf{x}_{\bar{s}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{s,s} & \mathbf{A}_{s,\bar{s}} \\ \mathbf{A}_{\bar{s},s} & \mathbf{A}_{\bar{s},\bar{s}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{x}_s \\ \mathbf{x}_{\bar{s}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{y}_s \\ \mathbf{y}_{\bar{s}} \end{bmatrix}$$

sowie anstelle von (5) die Gleichung

$$(7) \quad \begin{bmatrix} \mathbf{x}_s \\ \mathbf{x}_{\bar{s}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{D}_{s,s} & \mathbf{D}_{s,\bar{s}} \\ \mathbf{D}_{\bar{s},s} & \mathbf{D}_{\bar{s},\bar{s}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{y}_s \\ \mathbf{y}_{\bar{s}} \end{bmatrix}$$

mit

$$(8) \quad \mathbf{D} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = \begin{bmatrix} \mathbf{D}_{s,s} & \mathbf{D}_{s,\bar{s}} \\ \mathbf{D}_{\bar{s},s} & \mathbf{D}_{\bar{s},\bar{s}} \end{bmatrix}.$$

Mit Hilfe dieser Blockmatrizen lassen sich unterschiedliche Indikatoren für die Produktion im aggregierten Sektor  $s$  berechnen. Der interne Indikator ("internal indicator"),

$$(9) \quad \mathbf{I}_s = \mathbf{i}' \cdot (\mathbf{I} - \mathbf{A}_{s,s})^{-1} \cdot \mathbf{y}_s$$

mit  $\mathbf{i}$  als Einsenvektor, weist die Vorleistungen von Sektor  $s$  aus, die er zur Produktion von den Endnachfragegütern  $\mathbf{y}_s$  benötigt. Daneben gibt es noch einen Rückwärts- und einen Vorwärts-Indikator. Der Rückwärts-Indikator ("backward indicator")

$$(10) \quad \mathbf{B}_s = \mathbf{i}' \cdot \mathbf{D}_{\bar{s},s} \cdot \mathbf{y}_s$$

setzt sich aus allen Vorprodukten der anderen Sektoren zusammen, die  $s$  für die Erstellung seiner Endnachfrage  $\mathbf{y}_s$  verwendet. Entsprechend umfasst der Vorwärts-Indikator ("forward indicator")

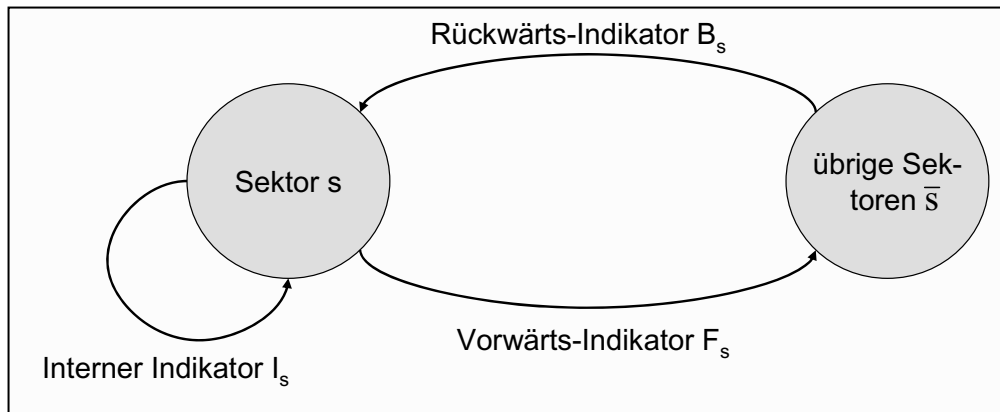
$$(11) \quad \mathbf{F}_s = \mathbf{i}' \cdot \mathbf{D}_{s,\bar{s}} \cdot \mathbf{y}_s$$

alle Vorleistungen des Sektors  $s$  zur Produktion der Endnachfrage von den übrigen aggregierten Sektoren.

Zusätzlich entsteht durch Rückwirkungen ein weiterer Output, der durch den gemischten Indikator ("mixed indicator")

$$(12) \quad \mathbf{M}_s = \mathbf{i}' \cdot [\mathbf{D}_{s,s} - (\mathbf{I} - \mathbf{A}_{s,s})^{-1}] \cdot \mathbf{y}_s$$

abgebildet wird. Dieser umfasst alle Rückwirkungen, die bei der Nachfrage nach Vorprodukten für die Produktion von  $\mathbf{y}_s$  entstehen. Eine Nachfrage nach Vorprodukten im eigenen Sektor und in anderen Sektoren führt nämlich dazu, dass durch Kreislaufprozesse ebenfalls mehr Vorleistungen vom Sektor  $s$  nachgefragt werden.

**Abb. 3: Verschiedene Indikatoren**

Insgesamt gilt, dass sich die Gesamtnachfrage nach Produkten des aggregierten Sektors  $x_s$  aus dem internen, dem vorwärtsgerichteten und dem gemischten Indikator zusammensetzt:

$$(13) \quad x_s = i' \cdot x_s = I_s + F_s + M_s.$$

Diese Gleichung zerlegt die Gesamtnachfrage nach dem Ort des Entstehens. Ein Anstieg oder ein Absinken der Gesamtnachfrage kann also:

- vom Sektor selbst (= interner Effekt bzw. "internal effect":  $I_s$ )
- von den übrigen Sektoren (Vorwärtseffekt bzw. "forward effect":  $F_s$ )
- vom Zusammenspiel zwischen dem eigenen Sektor und den übrigen Sektoren (= gemischter Effekt bzw. "mixed effect":  $M_s$ )

ausgehen. Diese Aufteilung ist Grundlage der folgenden Analysen.

Worauf lassen sich Veränderungen der Gesamtnachfrage zurückführen? Hierzu wird die auf Carter (1970) zurückgehende Dekompositionsanalyse angewendet.<sup>3</sup> Eine mathematische Herleitung ist bei Chóliz und Duarte (2006) zu finden. Dieses Verfahren differenziert Veränderungen nach Art der Einflussgrößen in einen technologischen Effekt, in einen Nachfrageeffekt und in eine Wechselwirkung zwischen beiden Effekten. Ein Sektor entwickelt sich also dann günstig, wenn:

- die Endnachfrage in jenen Sektoren besonders stark ansteigt, die bevorzugt auf Vorprodukte des betrachteten Sektors zurückgreifen (= Nachfrageeffekt)

<sup>3</sup> Zur Historie dieses Verfahrens vgl. Rose/Casler 1996.

- der betrachtete Sektor andere Vorprodukte substituiert, im Produktionsprozess der einzelnen Wirtschaftszweige also verstärkt eingesetzt wird (= technologischer Effekt)
- sich Nachfrage- und Technologieeffekt günstig beeinflussen (= Wechselwirkung).

**Tab. 1: Zerlegung der Effekte**

Art Entstehung	Nachfrageeffekt	technologischer Effekt	Wechselwirkung
intern (I <sub>s</sub> )	1.1 interner Nachfrageeffekt $\mathbf{i}' \cdot (\mathbf{I} - \mathbf{A}_{s,s})^{-1} \cdot \Delta \mathbf{y}_s$	1.2 interner technolog. Effekt $\mathbf{i}' \cdot \Delta(\mathbf{I} - \mathbf{A}_{s,s})^{-1} \cdot \mathbf{y}_s$	1.3 interne Wechselwirkung $\mathbf{i}' \cdot \Delta(\mathbf{I} - \mathbf{A}_{s,s})^{-1} \cdot \Delta \mathbf{y}_s$
vorwärts (F <sub>s</sub> )	2.1 vorwärtsgerichteter Nachfrageeffekt $\mathbf{i}' \cdot \mathbf{D}_{s,\bar{s}} \cdot \Delta \mathbf{y}_s$	2.2 vorwärtsgerichteter technolog. Effekt $\mathbf{i}' \cdot \Delta \mathbf{D}_{s,\bar{s}} \cdot \mathbf{y}_s$	2.3 vorwärtsgerichtete Wechselwirkung $\mathbf{i}' \cdot \Delta \mathbf{D}_{s,\bar{s}} \cdot \Delta \mathbf{y}_s$
gemischt (M <sub>s</sub> )	3.1 gemischter Nachfrageeffekt $\mathbf{i}' \cdot [\mathbf{D}_{s,s} - (\mathbf{I} - \mathbf{A}_{s,s})^{-1}] \cdot \Delta \mathbf{y}_s$	3.2 gemischter technolog. Effekt $\mathbf{i}' \cdot \Delta[\mathbf{D}_{s,s} - (\mathbf{I} - \mathbf{A}_{s,s})^{-1}] \cdot \mathbf{y}_s$	3.3 gemischte Wechselwirkung $\mathbf{i}' \cdot \Delta[\mathbf{D}_{s,s} - (\mathbf{I} - \mathbf{A}_{s,s})^{-1}] \cdot \Delta \mathbf{y}_s$

Die drei Unterteilungen nach dem Ort der Entstehung und nach Art der Einflussgröße können jeweils separat analysiert werden. Beide Differenzierungen lassen sich aber auch in Kombination betrachten. Dann erhält man eine Matrix mit neun Zellen, deren Bezeichnungen und Berechnungsformeln aus Tab. 1 hervorgehen. Der technologische Effekt wird durch die Veränderung der Leontief-Koeffizienten ermittelt, während zur Berechnung des Nachfrageeffekts die Endnachfrage variiert wird. Die Wechselwirkung erhält man, indem beide Größen verändert werden.

Kommen wir zur Interpretation der genannten Effekte, für die Tab. 2 eine Auflistung enthält. Ein gestiegener interner Indikator weist auf mehr benötigte Vorleistungen aus dem eigenen Sektor hin. Hierfür kann zum einen eine gestiegene Endnachfrage, erfasst über einen positiven Nachfrageeffekt, verantwortlich sein. Möglich ist aber auch ein positiver technologischer Effekt, der einen höheren Wert der Vorleistungen aus dem eigenen Sektor impliziert. Als drittes kann noch eine Wechselwirkung beider Effekte auftreten. So ist beispielsweise denkbar, dass eine gestiegene Nachfrage nach Vorleistungen aus dem eigenen Sektor auch dazu führt, dass in bessere Verfahren investiert wird und damit diese Vorleistungen aufgrund einer besseren Qualität an Wert gewinnen. Entsprechend sind die Effekte für die übrigen zwei Indikatoren zu interpretieren. Die technologischen Effekte, Nachfrageeffekte und Wechselwirkungen lassen sich auch für alle sechs betrachteten Sektoren des Verkehrs und der Nachrichtenübermittlung aufsummieren.

**Tab. 2: Interpretation der Effekte**

Effekt	Ist positiv für einen Sektor, wenn ....
1.1 interner Nachfrageeffekt	die Endnachfrage nach den von ihm gefertigten Produkten ansteigt.
1.2 interner technolog. Effekt	zur Herstellung der eigenen Endnachfrage verstärkt auf Vorprodukte aus dem eigenen Sektor zurückgegriffen wird.
1.3 interne Wechselwirkung	sich die Effekte 1.1 und 1.2 gegenseitig begünstigen.
2.1 vorwärtsgerichteter Nachfrageeffekt	die Endnachfrage in jenen Wirtschaftszweigen ansteigt, denen der von uns betrachtete Sektor Vorprodukte zuliefert.
2.2 vorwärtsgerichteter technolog. Effekt	andere Wirtschaftszweige verstärkt auf Vorprodukte des von uns betrachteten Sektors zurückgreifen, er also in anderen Sektoren hergestellte Vorprodukte substituiert.
2.3 vorwärtsgerichtete Wechselwirkung	sich die Effekte unter 2.1 und 2.2 gegenseitig günstig beeinflussen.
3.1 gemischter Nachfrageeffekt	die Steigerung der eigenen Endnachfrage zu einer verstärkten Zwischennachfrage bei jenen Branchen führt, die wiederum in ihrem Produktionsprozess bevorzugt auf Vorprodukte des betrachteten Sektors zurückgreifen.
3.2 gemischter technolog. Effekt	die Steigerung der Zwischennachfrage zum verstärkten Einkauf von Vorprodukten in jenen Branchen führt, die wiederum im eigenen Produktionsprozess im höheren Maße Vorprodukte des betrachteten Sektors verwenden.
3.3 gemischte Wechselwirkung	sich die Effekte 3.1 und 3.2 gegenseitig begünstigen.

### 3. Empirische Analyse

Als Datenbasis dienen die Input-Output-Tabellen, die das Statistische Bundesamt (2006a, 2006b und 2006c) herausgibt. Die Ergebnisse sind in Tab. 3 dargestellt. Summierte Werte sind dabei grau hinterlegt angegeben. Der interne, der vorwärtsgerichtete sowie der gemischte Nachfrageeffekt aufsummiert ergibt den Nachfrageeffekt insgesamt. Das gleiche gilt für die technologischen Effekte sowie die Wechselwirkungen zwischen beiden Effekten. Daneben ist aber auch eine Spalte vorhanden; die einzelnen Effekte für die Sektoren des Verkehrsbereichs lassen sich also auch aufaddieren.



**Tab. 3: Absolute Werte der Dekompositionsanalyse (1991-2002)**

Effekte \ Sektor s	Eisenbahn	Landverkehr	Schifffahrt	Luftfahrt	Sonstiger Verkehr	Nachrichten	Verkehr u. Nachrichten
Nachfrageeffekt $I_s$	2.458	-9.402	5.712	4.166	4.357	16.056	23.346
Nachfrageeffekt $F_s$	4.027	4.770	972	1.952	13.528	14.347	39.595
Nachfrageeffekt $M_s$	4	-19	17	7	37	20	67
Nachfrageeffekt ges.	6.489	-4.650	6.701	6.124	17.922	30.422	63.008
Techn. Effekt $I_s$	-297	-90	-93	0	-5.122	3.379	-2.223
Techn. Effekt $F_s$	-5.499	13.405	-200	2.044	17.414	5.291	32.456
Techn. Effekt $M_s$	15	179	-3	-2	179	54	423
Techn. Effekt ges.	-5.781	13.494	-296	2.042	12.471	8.724	30.655
Wechselwirkung $I_s$	-89	34	-111	0	-1.962	3.194	1.066
Wechselwirkung $F_s$	-2.234	5.543	31	745	7.848	410	12.342
Wechselwirkung $M_s$	5	-68	-4	8	50	51	43
Wechselwirkung ges.	-2.319	5.509	-84	753	5.936	3.655	13.450
Outputeffekt ges.	-1.611	14.353	6.321	8.919	36.329	42.801	107.113

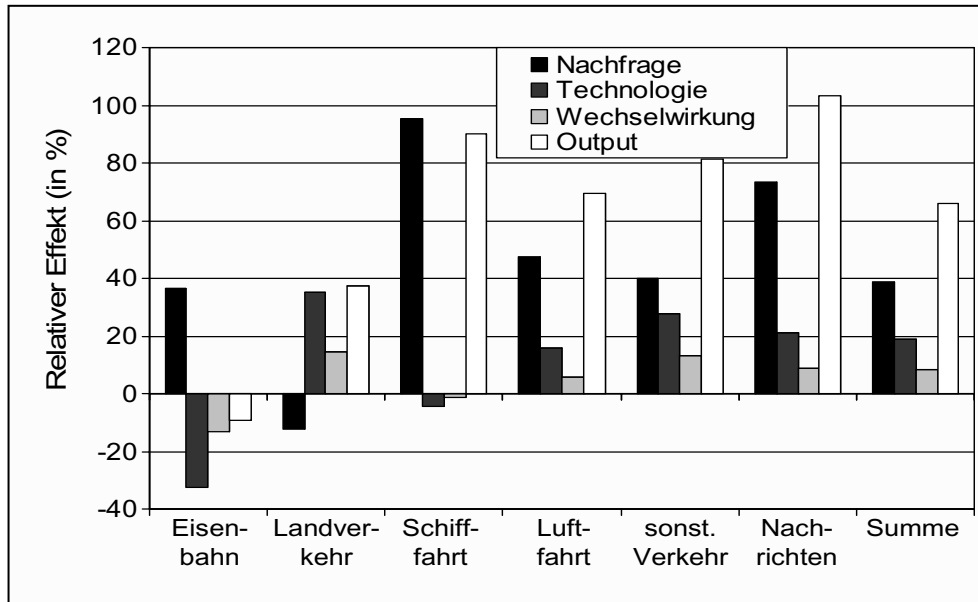
Der gesamte Outputeffekt zeigt die Veränderung der erstellten Güter und Dienstleistungen im Bereich Verkehr und Nachrichten zwischen 1991 und 2002. Hier ist ein Anstieg um 107.113 Mio. Euro vorhanden. Bezogen auf den Output 1991 – diese relativen Werte sind Tab. 4 zu entnehmen – besteht eine Erhöhung um deutliche 66 %. Die Veränderung bezogen auf den Output des jeweiligen Sektors ist dabei in allen Sektoren positiv mit Ausnahme der Eisenbahn.

Während der Output für Eisenbahnleistungen um 9,1 % gesunken ist, liegt bei den Nachrichten eine Verdoppelung des Outputs vor. Aber auch in den übrigen Sektoren des Verkehrsbereichs zeigen sich deutliche Steigerungen des Bruttoproduktionswertes. Schifffahrtsleistungen werden beispielsweise um 90 % mehr nachgefragt und sonstige Verkehrsdienstleistungen um immerhin mehr als 80 %. Diese Entwicklung deutet auf einen Strukturwandel im Verkehrsbereich zu Ungunsten der Eisenbahndienstleistungen hin.

Auf welche Effekte ist der positive Outputeffekt insgesamt zurückzuführen? Ein Vergleich der in Tab. 3 aufgeführten Effekte zeigt, dass hier vor allem der Nachfrageeffekt relevant ist (vgl. auch Abb. 4). Dieser Effekt übertrifft den technologischen Effekt um fast das Doppelte und die Wechselwirkung um das Vierfache. Am stärksten tragen zu diesem positiven Nachfrageeffekt die Nachrichtenübermittlung, gefolgt von den sonstigen Verkehrsdienstleistungen bei.

**Tab. 4: Relative Werte der Dekompositionsanalyse in Prozent (1991-2002)<sup>4</sup>**

Effekte \ Sektor s	Eisenbahn	Landverkehr	Schiffahrt	Luftfahrt	Sonstiger Verkehr	Nachrichten	Verkehr u. Nachrichten
Nachfrageeffekt $I_s$	13,8	-24,4	81,5	32,4	9,8	38,7	14,4
Nachfrageeffekt $F_s$	22,6	12,4	13,9	15,2	30,3	34,6	24,4
Nachfrageeffekt $M_s$	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
Nachfrageeffekt ges.	36,5	-12,1	95,6	47,6	40,2	73,3	38,8
Techn. Effekt $I_s$	-1,7	-0,2	-1,3	0,0	-11,5	8,1	-1,4
Techn. Effekt $F_s$	-30,9	34,8	-2,9	15,9	39,0	12,7	20,0
Techn. Effekt $M_s$	0,1	0,5	0,0	0,0	0,4	0,1	0,3
Techn. Effekt ges.	-32,5	35,0	-4,2	15,9	27,9	21,0	18,9
Wechselwirkung $I_s$	-0,5	0,1	-1,6	0,0	-4,4	7,7	0,7
Wechselwirkung $F_s$	-12,6	14,4	0,4	5,8	17,6	1,0	7,6
Wechselwirkung $M_s$	0,0	-0,2	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
Wechselwirkung ges.	-13,0	14,3	-1,2	5,9	13,3	8,8	8,3
Outputeffekt ges.	-9,1	37,2	90,1	69,3	81,4	103,1	66,0

**Abb. 4: Relative Effekte für die Sektoren (1991-2002)**

<sup>4</sup> Die in der Tabelle dargestellten relativen Werte erhält man, indem die absoluten Größen auf den Output des Basisjahres 1991 insgesamt bzw. der jeweiligen Sektoren bezogen wird.

Mit Ausnahme des Landverkehrs sind diese Nachfrageeffekte auch für alle anderen Sektoren unabhängig von der Herkunft (intern, vorwärtsgerichtet oder gemischt) positiv. Die Veränderung der Endnachfrage beim Landverkehr führt nämlich dazu, dass Landverkehrsleistungen im eigenen Sektor geringer und in anderen Sektoren stärker nachgefragt werden. Bei den übrigen Sektoren sind zwar innen- und vorwärtsgerichteter Nachfrageeffekt grundsätzlich positiv, bei einigen dominiert aber die interne Nachfrage (Schifffahrt, Luftfahrt sowie Nachrichten), bei anderen die Nachfrage von anderen Sektoren (Eisenbahn und sonstiger Verkehr).

Der gemischte Nachfrageeffekt hat bei allen Sektoren eine geringe Bedeutung. Seine relativen Werte liegen nahe bei null Prozent. Das gleiche gilt übrigens auch für den technologischen Effekt sowie die Wechselwirkung.

Der technologische Effekt soll im Folgenden näher analysiert werden. Er besitzt – wie eingangs festgestellt – eine wesentlich geringere Bedeutung als der Nachfrageeffekt (30.665 versus 63.008 Mio. Euro). Im Eisenbahn- und Schifffahrtsbereich ist er negativ, in allen übrigen betrachteten Sektoren positiv. Etwas erstaunt, dass bei der Nachrichtenübermittlung nicht der höchste technologische Effekt vorhanden ist, schließlich können andere Verkehrsleistungen mit Aufkommen der Internet-Dienste verstärkt durch Leistungen dieses Sektors substituiert werden (Baum 2000). Aber wahrscheinlich sind die Innovationszyklen im Nachrichtenbereich zu kurz und der damit einhergehende Preisverfall zu schnell, als dass für entsprechend höherwertige Nachrichtenleistungen auch wesentlich mehr Ausgaben zu tätigen sind.

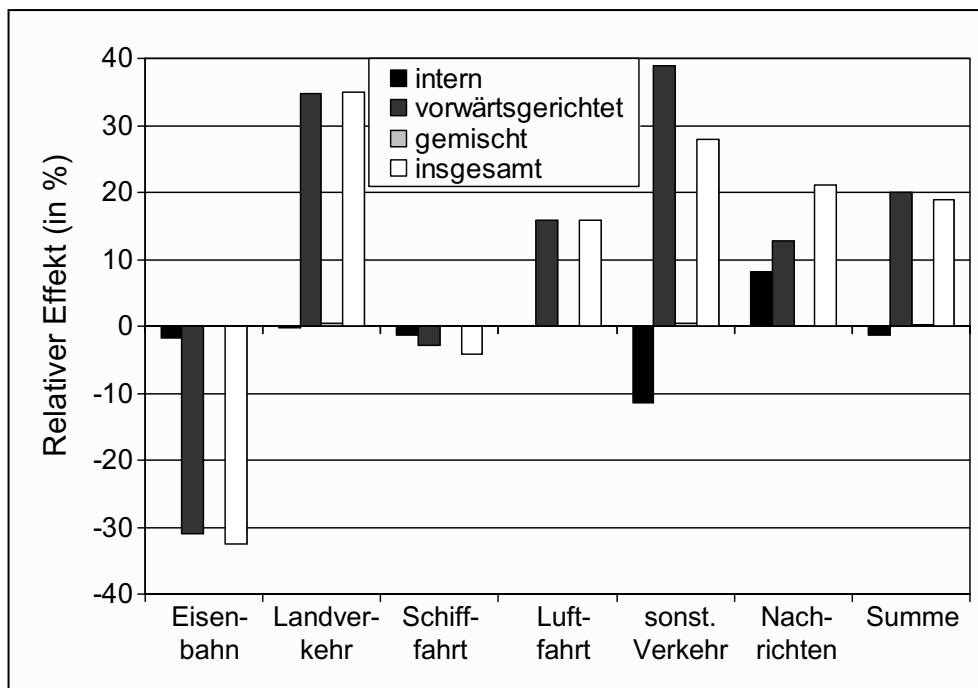
Für den internen Indikator ist sogar ein negativer technologischer Effekt für den Verkehrsbereich insgesamt vorhanden (vgl. Abb. 5). Die im eigenen Sektor produzierten Vorleistungen für Endprodukte weisen also einen gesunkenen Wert auf. Dies betrifft vor allem sonstige Verkehrsdienstleistungen, aber auch Eisenbahndienstleistungen sowie in geringem Maße den Landverkehr und die Schifffahrt. Davon weicht die Nachrichtenübermittlung ab, die einen gestiegenen technologischen Effekt besitzt.

Erhebliche Diskrepanzen im Verkehrsbereich zeigen sich aber auch für an andere Sektoren gelieferte Vorprodukte zur Erstellung von Endnachfragegütern und -dienstleistungen (technischer Effekt für den Vorwärts-Indikator  $F_3$ ). Sein Wert ist für Eisenbahndienstleistungen mit -30,9 % deutlich negativ, für sonstige Verkehrsdienstleistungen mit 39,0 % und für Landverkehrsleistungen mit 34,8 % aber erheblich positiv. Während der sonstige Verkehrsleistungs- und der Landverkehrssektor Vorprodukte mit einem höheren Wert an andere Sektoren ausliefern, ist bei dem Eisenbahndienstleistungssektor ein geringerer Wert dieser Größen festzustellen. Eisenbahndienstleistungen scheinen also in anderen Sektoren als Vorprodukte teilweise substituiert worden zu sein.

Kommen wir zur Wechselwirkung zwischen Nachfrageeffekt und technischem Effekt. Insgesamt ist festzustellen, dass die Wechselwirkung deutlich geringer ist als die beiden

übrigen Effekte. Der Eisenbahnbereich weicht hier von den übrigen Sektoren insofern ab, als sein absoluter und relativer Wert erheblich negativ sind. Die Kombination zwischen technischem Effekt und Nachfrageeffekt führt dazu, dass der Output in diesem Sektor sinkt. Die technologischen Probleme bei den Eisenbahndienstleistungen werden durch die Wechselwirkung noch verstärkt. Oder anders ausgedrückt: Der Nachfrageeffekt wiegt zwar den negativen technologischen Effekt auf, durch die negative Wechselwirkung ist jedoch der Output des Eisenbahnsektors gesunken. Insbesondere bei den an andere Sektoren gelieferten Leistungen ist eine negative Wechselwirkung festzustellen.

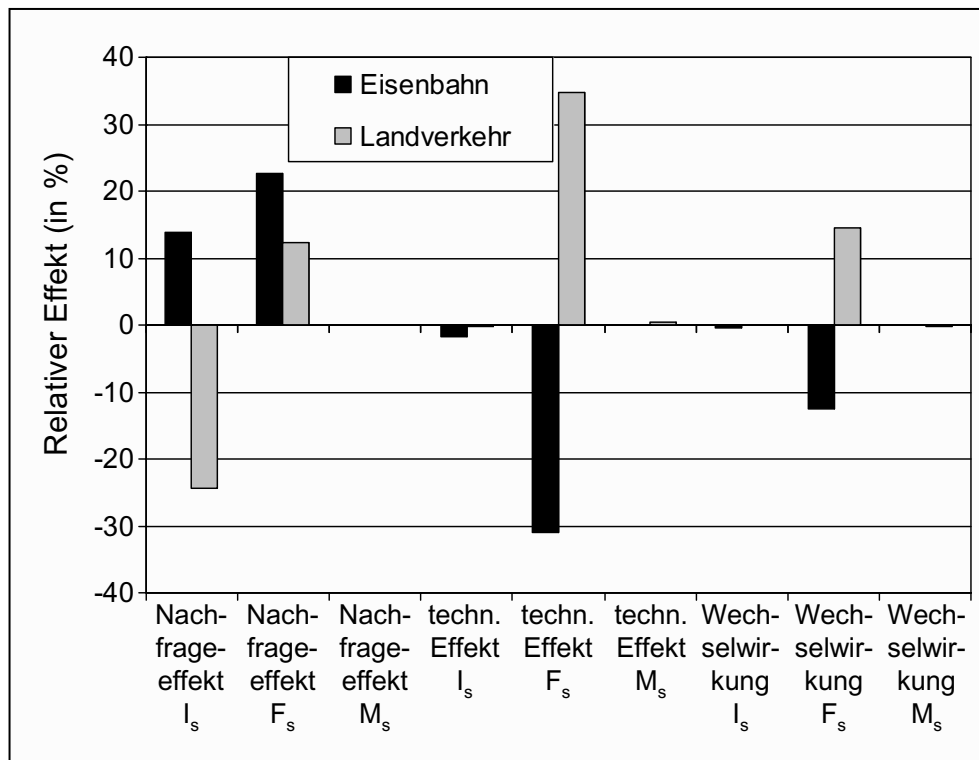
**Abb. 5: Relative technologische Effekte für die Sektoren (1991-2002)**



Bei der Schifffahrt ist auch eine negative Wechselwirkung vorhanden, die allerdings wesentlich geringer als bei der Eisenbahn ist. Alle übrigen Sektoren profitieren von einer positiven gegenseitigen Beeinflussung von Nachfrage und Technologie. Insbesondere beim Landverkehr und beim sonstigen Verkehr ist die Wechselwirkung relativ stark ausgeprägt. Dabei schlägt besonders die vorwärtsgerichtete Wechselwirkung durch. In diesen beiden Sektoren führt offenbar eine gesteigerte Nachfrage zu Innovationen, so dass andere Sektoren eine Substitution durch von ihnen produzierte Leistungen durchführen.

Mit Hilfe der Berechnungen lassen sich für jeden Sektor Verkehrsprofile erstellen, die zeigen, wo die Stärken und Schwächen der einzelnen Sektoren liegen. Hierfür werden die unterschiedlichen Effekte für einige Sektoren auf der x-Achse abgetragen. Abb. 6 enthält eine solche Aufstellung für die Eisenbahn und den Landverkehr, die sich in ihrem Profil von den anderen Sektoren abheben. Aus der Grafik geht hervor, dass beide Sektoren recht unterschiedliche Profile aufweisen. Die Stärken der Eisenbahn liegen beim internen und vorwärtsgerichteten Nachfrageeffekt, die Schwächen sind beim vorwärtsgerichteten technologischen Effekt und der vorwärtsgerichteten Wechselwirkung zu finden. Der Landverkehr besitzt eine Schwäche bei der internen Nachfrage, aber Stärken beim vorwärtsgerichteten technologischen Effekt und der entsprechenden Wechselwirkung.

**Abb. 6:** Vergleich der relativen Effekte für die Eisenbahn und den Landverkehr (1991-2002)



Zusätzlich führen wir eine Analyse für den Zeitraum zwischen 2000 und 2002 durch (vgl. Tab. 5). Mit dieser kurzfristigen Betrachtung lässt sich herausfinden, ob die für den Gesamtzeitraum von 1991 bis 2002 diagnostizierten Tendenzen für den Verkehrssektor auch in jüngster Zeit fortbestehen.

**Tab. 5: Absolute Werte der Dekompositionsanalyse (2000-2002)**

Effekte \ Sektor s	Eisenbahn	Landverkehr	Schifffahrt	Luftfahrt	Sonstiger Verkehr	Nachrichten	Verkehr u. Nachrichten
Nachfrageeffekt $I_s$	-1.107	-16.812	475	845	-1.163	5.460	-12.303
Nachfrageeffekt $F_s$	754	247	73	523	-1.170	3.662	4.088
Nachfrageeffekt $M_s$	-2	-34	1	1	-10	7	-36
Nachfrageeffekt ges.	-355	-16.599	549	1.369	-2.343	9.128	-8.251
Techn. Effekt $I_s$	-3	-139	-4	0	-3.975	102	-4.019
Techn. Effekt $F_s$	988	11.937	-251	-1.299	11.624	452	23.451
Techn. Effekt $M_s$	22	182	1	-9	162	32	390
Techn. Effekt ges.	1.007	11.979	-254	-1.309	7.811	586	19.821
Wechselwirkung $I_s$	39	19	-14	0	-1.405	1.150	-211
Wechselwirkung $F_s$	30	5.142	3	-590	5.671	-1.244	9.013
Wechselwirkung $M_s$	8	-67	1	7	57	38	43
Wechselwirkung ges.	77	5.094	-10	-583	4.323	-57	8.844
Outputeffekt ges.	729	475	285	-523	9.791	9.657	20.414

**Tab. 6: Relative Werte der Dekompositionsanalyse (2000-2002)**

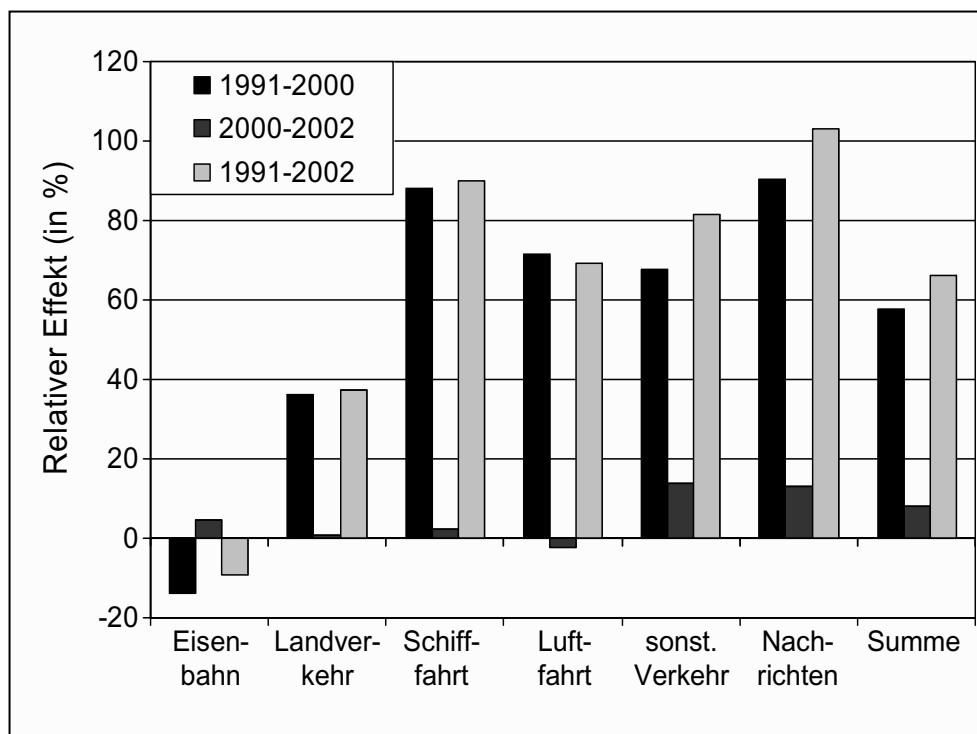
Effekte \ Sektor s	Eisenbahn	Landverkehr	Schifffahrt	Luftfahrt	Sonstiger Verkehr	Nachrichten	Verkehr u. Nachrichten
Nachfrageeffekt $I_s$	-7,2	-32,1	3,6	3,8	-1,6	7,3	-4,9
Nachfrageeffekt $F_s$	4,9	0,5	0,6	2,3	-1,6	4,9	1,6
Nachfrageeffekt $M_s$	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nachfrageeffekt ges.	-2,3	-31,7	4,2	6,1	-3,3	12,2	-3,3
Techn. Effekt $I_s$	0,0	-0,3	0,0	0,0	-5,6	0,1	-1,6
Techn. Effekt $F_s$	6,4	22,8	-1,9	-5,8	16,3	0,6	9,4
Techn. Effekt $M_s$	0,1	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2
Techn. Effekt ges.	6,5	22,8	-1,9	-5,9	11,0	0,8	8,0
Wechselwirkung $I_s$	0,3	0,0	-0,1	0,0	-2,0	1,5	-0,1
Wechselwirkung $F_s$	0,2	9,8	0,0	-2,6	8,0	-1,7	3,6
Wechselwirkung $M_s$	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
Wechselwirkung ges.	0,5	9,7	-0,1	-2,6	6,1	-0,1	3,5
Outputeffekt ges.	4,7	0,9	2,2	-2,3	13,8	12,9	8,2

Insgesamt kann festgestellt werden, dass der Output des Verkehrssektors auch zwischen 2000 und 2002 gewachsen ist (um 20.414 Mio. Euro oder 8,2 %). Im Vergleich zur gesamten Untersuchungsperiode zwischen 1991 und 2002 fällt auf, dass der Eisenbahnbereich in jüngster Zeit eine positive und der Luftfahrtsektor eine negative Entwicklung aufweisen.

Insbesondere ist anzumerken, dass der technologische Effekt jetzt nicht mehr bei der Eisenbahn negativ ist, was auf einen positiven technologischen Effekt zurückzuführen ist. Während in den neunziger Jahren Eisenbahndienstleistungen als Vorleistungen in anderen Sektoren erheblich an Wert verloren haben, ist zwischen 2000 und 2002 eine gegenläufige Tendenz festzustellen. Die kontinuierliche Nachfrage der Eisenbahn als Vorleistungen in anderen Sektoren hat offenbar zu Innovationen geführt, die diese Wertsteigerung in jüngster Zeit begründen.

Ein Strukturbruch in der Zeitreihe zeigt sich aber auch bei der Luftfahrt. Diese Entwicklung lässt sich möglicherweise mit den Terroranschlägen am 11.09.2001 in den USA begründen. Der Nachfrageeffekt weist zwar immer noch einen positiven Wert auf, beim technologischen Effekt sowie den Wechselwirkungen zwischen beiden Effekten ist allerdings für die Luftfahrtleistungen eine rückläufige Tendenz festzustellen. Insbesondere der Vorwärts-Indikator für die Technologie zeigt an, dass Luftfahrtleistungen, die an andere Sektoren geliefert werden, einen geringeren Wert besitzen und teilweise substituiert werden.

**Abb. 7: Relative Effekte für die Sektoren in Unterperioden**



Im Vergleich zum Gesamtzeitraum fällt aber auch auf, dass der Nachfrageeffekt für den Verkehrsbereich insgesamt in jüngster Zeit einen negativen Wert aufweist. Hierfür sind die stark negativen Nachfrageeffekte für Landverkehrsleistungen verantwortlich. Der Landverkehr benötigt seine Leistungen im wesentlich geringeren Ausmaß als Vorprodukte im eigenen Sektor. Möglicherweise werden Aufträge im Landverkehr eher an Speditionen in anderen europäischen Ländern vergeben, die besonders bei den Stundenlöhnen erhebliche Kostenvorteile aufweisen (Otremba 2004). Der stark wachsende Sektor für Nachrichtenübermittlung kann diese negativen Werte nicht aufwiegen.

#### 4. Resümee

Die Input-Output-Analyse ist ein klassisches Verfahren zur Untersuchung der Beziehungen zwischen Sektoren einer Volkswirtschaft. Durch die Verknüpfung dieser Methode mit der Dekompositionsanalyse lassen sich in dieses Modell Nachfrageeffekte, technische Effekte und eine Wechselwirkung zwischen beiden Effekten einbeziehen. Damit können differenzierte Untersuchungen für Lieferbeziehungen auch für einzelne volkswirtschaftliche Bereiche angewendet werden. Wir haben eine solche Analyse erstmalig für den Verkehrsbereich in Deutschland durchgeführt.

Die Analyse zeigt, dass insgesamt im Zeitraum zwischen 1991 und 2002 ein deutlich positiver Outputeffekt (sowohl absolut als auch relativ) vorhanden ist. Insbesondere der Sektor der Nachrichtenübermittlung weist ein hohes Wachstum in der Nachfrage auf. Da dieser Bereich kurze Innovationszyklen besitzt, ist hier kein gestiegener Wert der Leistungen in Form eines relativ hohen technologischen Effektes festzustellen.

Ein Strukturbruch zeigt sich bei den Eisenbahn- und den Luftfahrtleistungen. Der Anfang der neunziger Jahre negative Outputeffekt für die Eisenbahn besteht in jüngster Zeit nicht mehr fort. Andere Sektoren fragen sogar verstärkt Eisenbahndienstleistungen nach. In der Luftfahrt zeigt sich zwischen 2000 und 2002 ein negativer technologischer Effekt, der wahrscheinlich mit den Terroranschlägen 2001 in den USA zusammenhängt.

Etwas bedenklich mutet allerdings der negative Nachfrageeffekt für die Periode 2000 bis 2002 an. Hier ist insbesondere der Landverkehr verantwortlich, der seine eigenen Leistungen als Vorprodukte im wesentlich geringeren Ausmaß nachfragt. Möglicherweise werden Subaufträge eher an Speditionen anderer europäischer Länder vergeben.

Insgesamt ist festzustellen, dass es sich hier nur um eine erste Analyse für Deutschland handelt. Die untersuchten Sektoren sind aggregiert; interessant wäre die Durchführung einer Input-Output-Analyse gekoppelt mit einer Dekompositionsanalyse in weiter differenzierter sektoraler Form. Diese sektorale Aufschlüsselung ist allerdings nicht in den vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Input-Output-Tabellen vorhanden.



## Abstract

The objective of the paper is to analyse the technological effects and the demand effects in six sectors of the traffic and telecommunication segment from 1991 to 2002. Altogether there is a positive output effect, which continues to the end of the examined period. This can be attributed particularly to a positive demand effect in most sectors. The technological effect is negative for railway services over the whole period, which suggests a structural change. In recent time this trend does not continue. For aviation services only a negative technological effect can be found for the period from 2000 to 2002. However, the value of goods and services demanded by other sectors has declined. Possibly this development stands in line with the terror attacks at 11.09.2001 in the USA.

## Literatur

- Baum, H.: Beschäftigungseffekte des Verkehrs. In: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 70, 1999, S. 131-154.
- Baum, H.: Transport Intensity, Decoupling and Economic Growth. In: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 71, 2000, S. 77-101.
- Carter, A.P.: Structural Change in the American Economy, Cambridge 1970.
- Chóliz, J. S., Duarte, R.: The Effect of Structural Change on the Self-Reliance and Interdependence of Aggregate Sectors. The Case of Spain, 1980–1994. In: Structural Change and Economic Dynamics, 17, 2006, S. 27-45.
- Delucchi, M., Hsu, S.-L.: The External Damage Cost of Noise Emitted from Motor Vehicles. In: Journal of Transportation and Statistics, 3, 1998, S. 1-24.
- Diekmann, A.: Mobilität und Wachstum. In: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 58, 2006, S. 72-78.
- Diekmann, A.: Konsum und Verkehr. Mobilität im Rückzug. In: Internationales Verkehrswesen, 74, 2003, S. 1-24.
- Harris, J.: The Importance of Transportation in the Canadian Economy. In: Journal of Transportation and Statistics, 6, 2003, S. 29-50.
- Leontief, W.: Input-Output Economics, New York 1986.
- Otremba, M.: Internationale Wettbewerbsfähigkeit im Strassengüterverkehr. Eine Untersuchung zur künftigen Wettbewerbsposition deutscher Strassengüterverkehrsunternehmen nach der EU-Osterweiterung, Diss., Hamburg 2004.
- Rose, A., Casler, S.: Input-Output Structural Decomposition Analysis. A Critical Appraisal. In: Economic Systems Research, 8, 1996, S. 33-62.
- Sánchez, C., Duarte, R.: Production Chains and Linkage Indicators. In: Economic Systems Research, 15, 2003, S. 481-494.
- Skolka J.: Input-Output Structural Decomposition Analysis for Austria. In: Journal of Policy Modelling, 11, 1989, S. 45-66.

- Stäglich, R.: Input-Output-Analyse. In: Spektrum der Wissenschaft, o. Jg., 1985, S. 44-64.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.): VGR des Bundes. Input-Output-Rechnung 2000 (Fachserie 18, Reihe 2), Wiesbaden 2006a.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.): VGR des Bundes. Input-Output-Rechnung 2002 (Fachserie 18, Reihe 2), Wiesbaden 2006b.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.): VGR des Bundes. Input-Output-Rechnung 1991-2000. Ergebnisse vor der Revision 2005 (Fachserie 18, Reihe 2), Wiesbaden 2006c.
- Tight, M. R., Delle Site, P., Meyer-Rühle, O.: Decoupling Transport from Economic Growth. Towards Transport Sustainability in Europe. In: European Journal of Transport and Infrastructure Research, 4, 2004, S. 381-404.
- Weiß, J.-P.: Zielsetzung und Methoden des Arbeitskreises. In: J.-P. Weiß (Hrsg.), Wirtschaftliche Entwicklung Deutschlands bis zum Jahr 2000. Szenarien und Input-Output-Analysen, Wiesbaden 1993, S. 1-33.