ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Barabas, György et al.

Research Report

Verkehrsinfrastrukturinvestitionen: Wachstumsaspekte im Rahmen einer gestaltenden Finanzpolitik. Endbericht - Januar 2010. Forschungsprojekt im Auftrag des Bundesministeriums der Finanzen. Projektnummer: 27/08

RWI Projektberichte

Provided in Cooperation with:

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, Essen

Suggested Citation: Barabas, György et al. (2010) : Verkehrsinfrastrukturinvestitionen: Wachstumsaspekte im Rahmen einer gestaltenden Finanzpolitik. Endbericht - Januar 2010. Forschungsprojekt im Auftrag des Bundesministeriums der Finanzen. Projektnummer: 27/08, RWI Projektberichte, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI), Essen

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/72601

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

RWI

Projektbericht

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung

Verkehrsinfrastrukturinvestitionen – Wachstumsaspekte im Rahmen einer gestaltenden Finanzpolitik

Endbericht

Forschungsprojekt im Auftrag des
Bundesministeriums der Finanzen

Impressum

Vorstand

Prof. Dr. Christoph M. Schmidt (Präsident)
Prof. Dr. Thomas K. Bauer (Vizepräsident)
Prof. Dr. Wim Kösters

Verwaltungsrat

Dr. Eberhard Heinke (Vorsitzender);
Dr. Henning Osthues-Albrecht; Dr. Rolf Pohlig; Reinhold Schulte (stellv. Vorsitzende);
Manfred Breuer; Oliver Burkhard; Dr. Hans Georg Fabritius;
Hans Jürgen Kerkhoff; Dr. Thomas Köster; Dr. Wilhelm Koll;
Prof. Dr. Walter Krämer; Dr. Thomas A. Lange; Tillmann Neinhaus;
Hermann Rappen; Dr.-Ing. Sandra Scheermesser

Forschungsbeirat

Prof. Michael C. Burda, Ph.D.; Prof. David Card, Ph.D.; Prof. Dr. Clemens Fuest;
Prof. Dr. Justus Haucap; Prof. Dr.Walter Krämer; Prof. Dr. Michael Lechner;
Prof. Dr. Till Requate; Prof. Nina Smith, Ph.D.

Ehrenmitglieder des RWI

Heinrich Frommknecht; Prof. Dr. Paul Klemmer †; Dr. Dietmar Kuhnt

RWI Projektberichte

Herausgeber:
Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
Hohenzollernstraße 1/3, 45128 Essen
Tel. 0201/81 49-0, Fax 0201/81 49-200, e-mail: rwi@rwi-essen.de

Alle Rechte vorbehalten. Essen 2010

Schriftleitung: Prof. Dr. Christoph M. Schmidt

Verkehrsinfrastrukturinvestitionen – Wachstumsaspekte im Rahmen einer gestaltenden Finanzpolitik

Endbericht – Januar 2010

Forschungsprojekt im Auftrag des Bundesministeriums der Finanzen
Projektnummer: 27/08

Projektbericht

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung

Verkehrsinfrastrukturinvestitionen – Wachstumsaspekte im Rahmen einer gestaltenden Finanzpolitik

Endbericht – Januar 2010

Forschungsprojekt im Auftrag des
Bundesministeriums der Finanzen

Projektnummer: 27/08

Projektteam: Dr. György Barabas, Tobias Kitlinski,
Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Dr. Torsten Schmidt
und Dr. Lars-H. Siemers (Projektleiter)
in Kooperation mit
Prof. Dr. Werner Brilon (Ruhr-Universität Bochum)

Das Projektteam dankt Heinz Gebhardt, Dr. Rainer Kambeck, Florian Klohn, Lionita Krepstakies, Claudia Lohkamp, Timo Mitze, Joel Stiebale, Dr. Harald Tauchmann und dem Bundesministerium der Finanzen für die Unterstützung bei der Durchführung des Projekts.

RWI

Inhalt

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung ... 9
1.1 Fragestellung und Aufbau der Studie ... 12
1.2 Überblick über die empirische und theoretische Literatur ... 16

2. Der Zusammenhang zwischen der Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts und der jährlichen Verkehrsleistung ... 19
2.1 Personenverkehr ... 21
2.2 Güterverkehr ... 22
2.3 Fazit: Ist eine Entkopplung möglich? ... 28

3. Ansätze zur Untersuchung der Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in Deutschland ... 33
3.1 Einleitung ... 33
3.2 Die verwendeten Methoden ... 33
3.2.1 VAR-Modelle auf gesamtstaatlicher Ebene ... 33
3.2.2 Panel-Modelle auf Ebene der Bundesländer ... 35
3.2.3 Das RWI-Konjunkturmodell ... 37
3.3 Vor- und Nachteile der verwendeten Methoden: Ein Vergleich ... 39
3.3.1 Ökonometrische und methodische Aspekte ... 39
3.3.2 Spillovers – Regionale versus nationale Effekte ... 40

4. Empirische Analyse der Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf gesamtstaatlicher Ebene ... 43
4.1 Einleitung ... 43
4.2 Wachstums- und Beschäftigungseffekte der Verkehrsinvestitionen insgesamt ... 44
4.3 Unterschiede bei Investitionen in das Straßen- und Schienennetz ... 48
4.4 Welche Wirtschaftsbereiche profitieren, welche nicht? ... 53
4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse ... 55

5. Empirische Analyse der Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf Bundeslandebene ... 59
5.1 Einleitung ... 59
5.2 Schätzansatz und ökonometrisches Modell ... 61
5.3 Schätzung der Effekte im statischen Modell ... 63
5.3.1 Ergebnisse ... 70
5.3.2 Robustheitsüberprüfung und regionale Unterschiede ... 74
5.4 Schätzung der kurz- und langfristigen Effekte: Dynamische Modelle ... 84
5.4.1 Ergebnisse ... 86
5.5 Fazit ... 89

6. Gesamtwirtschaftliche Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen – Befunde aus dem RWI-Konjunkturmodell ... 93

6.1	Einleitung	93
6.2	Wachstums- und Beschäftigungseffekte der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen	94
6.3	Opportunitätskosten: Wachstums- und Beschäftigungseffekte alternativer Verwendungen	98
7.	Engpassanalyse der Fernverkehrswege in Deutschland	107
7.1	Einleitung	107
7.2	Engpassanalyse im Straßenverkehr der Bundesrepublik Deutschland	110
7.2.1	Engpassanalyse des Bundesverkehrsministeriums	110
7.2.2	Engpassanalyse des ADAC	115
7.3	Engpassanalyse für den Eisenbahnverkehr	115
7.4	Wasserstraßen	117
7.5	Luftverkehr	118
7.6	Engpassbeseitigung und Wirtschaftswachstum	121
7.7	Fazit	121
8.	Eine zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse	123
8.1	Ist eine Entkopplung von Verkehrsaufkommen und Wirtschaftswachstum zu erwarten?	123
8.2	Wie sind die wachstums- und beschäftigungspolitischen Wirkungen von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in Deutschland einzuschätzen?	123
8.3	Wie hoch sind die kurzfristigen Effekte und welche Effekte stellen sich langfristig ein?	124
8.3.1	Die sich kurz- bis langfristig einstellenden Jahreseffekte	124
8.3.2	Der über die Nutzungsdauer akkumulierte Wachstumseffekt	128
8.4	Investitionen in Straße und Schiene: Welche Unterschiede sind zu beachten?	131
8.5	Welche Bedingungen fördern bzw. behindern die Entfaltung positiver Effekte?	132
8.6	Welche Rolle spielen Engpässe der Verkehrsinfrastruktur in Deutschland?	132
8.7	Wie effektiv sind Verkehrsinfrastrukturinvestitionen im Vergleich zu alternativen Verwendungen?	133
8.8	Fazit	135
Literatur		137
Anhang		147
A.	Anhang zu Kapitel 2	147
A.1.	Dokumentation der verwendeten Daten	147
B.	Anhang zu Kapitel 4	150
B.1	Gesamtwirtschaftliche Modelle	150

Inhalt

B.2 Verkehrsträger: Insgesamt versus Straße und Schiene separat 150
B.3 Wirtschaftsbereiche 150

C. Anhang zu Kapitel 5 151
C.1 Die Bestimmung der bundeslandspezifischen Verkehrsinfrastruktur 151

D. Anhang zu Kapitel 6 154

Verzeichnis der Tabellen und Schaubilder

Tabelle 2.1 OLS-Schätzung des durchschnittlichen Zusammenhangs von Verkehrs- und Wirtschaftszunahme 27
Tabelle 2.2 Deskriptive Statistik der Veränderungsraten des realen BIP und der Transportleistung vor und nach der Wiedervereinigung 28
Tabelle 4.1 Effekte einer Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in einzelne Bereiche um eine Mrd. € 53
Tabelle 4.2 Effekte einer Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um einen Prozentpunkt 56
Tabelle 4.3 Effekte einer Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um eine Mrd. € 57
Tabelle 5.1 Korrelationsmatrix der Variablen der Produktionsfunktionsschätzung 68
Tabelle 5.2 Schätzergebnisse für die deutsche Produktionsfunktion: Logarithmierte Niveauschätzung mit Fixed Effects und Jahresdummies 71
Tabelle 5.3 Schätzergebnisse für die deutsche Produktionsfunktion: Schätzung in ersten Differenzen der logarithmierten Variablen mit Fixed Effects und Jahresdummies 73
Tabelle 5.4 Schätzergebnisse für den Ost-West-Vergleich 75
Tabelle 5.5 Schätzergebnisse für die westdeutschen Länder 75
Tabelle 5.6 Schätzergebnisse für den Vergleich Stadtstaaten-Flächenländer 77
Tabelle 5.7 Effekte der Arbeitslosigkeit 78
Tabelle 5.8 Effekte über die Zeit (rolling window) 79
Tabelle 5.9 Effekte der Bevölkerungsdichte 80
Tabelle 5.10 Effekte der Altersstruktur 81
Tabelle 5.11 Schätzergebnisse in ersten Differenzen: Vollständiges Modell 82
Tabelle 5.12 Schätzergebnisse in ersten Differenzen: Spillovereffekte 83
Tabelle 5.13 Schätzergebnisse in ersten Differenzen: Verzögerter Regressor 87
Tabelle 5.14 Schätzergebnisse in ersten Differenzen: Dynamisches Modell 87
Tabelle 5.15 Schätzergebnisse in Niveaugrößen: Dynamisches Modell 89
Tabelle 5.16 Kurz- und langfristige BIP-Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen: Bandbreite der Ergebnisse 91
Tabelle 6.1 Makroökonomische Effekte von Bau- bzw. Verkehrsinfrastrukturinvestitionen 95

Inhalt

Tabelle 6.2	Makroökonomische Effekte einer temporären Erhöhung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen	97
Tabelle 6.3	Makroökonomische Effekte alternativer Verwendungen	100
Tabelle 6.4	Vergleich der Effekte alternativer Verwendungen: Opportunitätskosten	103
Tabelle 7.1	Anteil des BAB-Streckennetzes mit einem Reisezeitindex, der kleiner als x ist.	111
Tabelle 8.1	Vergleich der kurz- und langfristigen realen Jahreseffekte einer Investition in Höhe von 1 Mrd. € bei den einzelnen Modellen	125
Tabelle 8.2	Bandbreite des diskontierten akkumulierten langfristigen realen Effekts einer Investition in Höhe von 1 Mrd. €	130
Tabelle C.1	Länge der Straßen des überörtlichen Verkehrs	152
Tabelle D.1	Makroökonomische Wirkungen der Bauinvestitionen	154
Tabelle D.2	Makroökonomische Wirkungen der Verkehrsinvestitionen	155
Tabelle D.3	Makroökonomische Effekte einer temporären Erhöhung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen	156
Tabelle D.4	Wachstums- und Beschäftigungseffekte alternativer Verwendungen	157

Schaubild 1.1	Aufbau des Forschungsberichts	15
Schaubild 2.1	Zusammenhang zwischen dem BIP (Wirtschaftsleistung) pro Kopf und der Summe aller Fahrstrecken (Personen-km) pro Kopf für verschiedene Länder in den Jahren von 1960 bis 1990	20
Schaubild 2.2	Entwicklung des BIP sowie der jährlichen Fahrleistung in der Bundesrepublik	21
Schaubild 2.3	Zusammenhang zwischen BIP und der jährlichen Fahrleistung in der Bundesrepublik in pro Kopf-Größen	22
Schaubild 2.4	Entwicklung des BIP sowie der jährlichen Verkehrsleistung des Güterverkehrs in der Bundesrepublik	23
Schaubild 2.5	Zusammenhang zwischen BIP und der jährlichen Transportleistung im Güterverkehr in der Bundesrepublik	24

Schaubild 2.6 Zusammenhang zwischen der Veränderung des BIP und der Transportleistung im Güterverkehr in der Bundesrepublik 25
Schaubild 2.7 Zusammenhang zwischen der Veränderung des BIP und der Transportleistung im Güterverkehr in der Bundesrepublik für die Zeit vor 1990 und nach 1992 26
Schaubild 2.8 Index für den Primärenergieverbrauch im Vergleich zum Index des BIP für die Bundesrepublik..... 29
Schaubild 4.1 Effekte für Gesamtdeutschland: Veränderung der Wachstumsrate der BIP-Wachstumsrate (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1 Prozentpunkt..... 45
Schaubild 4.2 Effekte für Gesamtdeutschland: Veränderung der Wachstumsrate der privaten Investitionen (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1 Prozentpunkt..... 46
Schaubild 4.3 Effekte für Gesamtdeutschland: Veränderung der Wachstumsrate des Arbeitsvolumens (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1 Prozentpunkt..... 46
Schaubild 4.4 Effekt der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen bei unterschiedlichen Stützzeiträumen: Veränderung der BIP-Wachstumsrate (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1 Prozentpunkt, jeweils in der ersten Periode des gewählten Stützzeitraums..... 48
Schaubild 4.5 Effekte für Gesamtdeutschland, Verkehrsträger Straße: Veränderung der BIP-Wachstumsrate (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in das Straßennetz um 1 Prozentpunkt..... 49
Schaubild 4.6 Effekte für Gesamtdeutschland, Verkehrsträger Straße: Veränderung der Wachstumsrate der privaten Investitionen (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in das Straßennetz um 1 Prozentpunkt..... 50
Schaubild 4.7 Effekte für Gesamtdeutschland, Verkehrsträger Straße: Veränderung der Wachstumsrate (in Prozentpunkten) des Arbeitsvolumen bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in das Straßennetz um 1 Prozentpunkt 50
Schaubild 4.8 Effekte für Gesamtdeutschland, Verkehrsträger Schiene: Veränderung der BIP-Wachstumsrate (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der

Inhalt

	Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in das Schienennetz um 1 Prozentpunkt	51
Schaubild 4.9	Effekte für Gesamtdeutschland, Verkehrsträger Schiene: Veränderung der Wachstumsrate der privaten Investitionen (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in das Schienennetz um 1 Prozentpunkt	52
Schaubild 4.10	Effekte für Gesamtdeutschland, Verkehrsträger Schiene: Veränderung der Wachstumsrate des Arbeitsvolumens (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in das Schienennetz um 1 Prozentpunkt	52
Schaubild 4.11	Effekte für Gesamtdeutschland, Wirtschaftsbereiche: Veränderung der Wachstumsrate des Produzierenden Gewerbes (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1 Prozentpunkt	54
Schaubild 4.12	Effekte für Gesamtdeutschland, Wirtschaftsbereiche: Veränderung der Wachstumsrate des Dienstleistungsgewerbes (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1 Prozentpunkt	54
Schaubild 5.1	Höhe der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen und Veränderung des BIP innerhalb des Länderpanels in Preisen von 2000	64
Schaubild 5.2	Höhe der Verkehrsinfrastruktur (als Kapitalstock) und BIP innerhalb des Länderpanels in Preisen von 2000	65
Schaubild 7.1	Skizze einer Autobahn, deren Teilabschnitte i eine unterschiedliche Kapazität c_i besitzen	108
Schaubild 7.2	Staustunden (= Verkehrsstunden mit Pkw-Fahrgeschwindigkeiten unter 75 km/h) pro Jahr und Richtung im BAB-Netz 2015 (Gesamtübersicht)	112
Schaubild 7.3	Staustunden (= Verkehrsstunden mit Pkw-Fahrgeschwindigkeiten unter 75 km/h) pro Jahr und Richtung im BAB-Netz 2015 (Verdichtungsräume)	113
Schaubild 7.4	Staustunden (= Verkehrsstunden mit Pkw-Fahrgeschwindigkeiten unter 75 km/h) pro Jahr und Richtung im BAB-Netz 2015 bei einer um 10 % gegenüber der Prognose verringerten Verkehrsnachfrage (Verdichtungsräume)	114
Schaubild 7.5	Engpässe im deutschen Schienennetz	117
Schaubild 7.6	Nachfrage nach Slots und deren Kapazität an den Flughäfen München (oben) und Düsseldorf (unten) im Verlauf eines Tages an allen Wochentagen, Sommer 2006	120

Schaubild 8.1	Verlauf des jährlichen Effekts über die Nutzungsdauer	129
Schaubild A.1	Reales Bruttoinlandsprodukt in Mrd. €	147
Schaubild A.2	Zusammenhang von Verkehrsleistung beim Personenverkehr und realem BIP	147
Schaubild A.3	Zusammenhang der Änderung des BIP und der Transportleistung des Güterverkehrs, jeweils bezogen auf das Vorjahr	148
Schaubild A.4	Zeitliche Entwicklung des Modal Split im Personenverkehr der Bundesrepublik	148
Schaubild A.5	Zeitliche Entwicklung des Modal Split im Güterverkehr der Bundesrepublik	149
Schaubild A.6	Zusammenhang zwischen BIP und der jährlichen Verkehrsleistung des Güterverkehrs in der Bundesrepublik	149

Verkehrsinfrastrukturinvestitionen

1. Einleitung

Gerade in Zeiten der Haushaltskonsolidierung ist eine möglichst hohe Ausgabeneffizienz im Sinne einer wachstums- und beschäftigungsorientierten Finanzpolitik wichtig. Die seit Gründung der Bundesrepublik schwerste Rezession, die im Herbst des Jahres 2008 einsetzte, hat die Konsolidierungserfolge der vergangenen Jahre wieder zunichte gemacht. Die massiven Staatshilfen, die zur Stützung des deutschen Finanz- und Bankensektors und der deutschen Wirtschaft beschlossen wurden, beliefen sich im Jahr 2009 auf schätzungsweise 32 Mrd. € (RWI 2009a; GD 2009). Die gesamtstaatliche Neuverschuldung stieg in 2009 auf ein historisches Hoch in Höhe von 77,2 Mrd. € (StaBu 2010).[1] Die Haushaltskonsolidierung wird somit in ihrem Prozess wieder weit zurückgeworfen.

Bleibt die Staatsverschuldung nicht unter Kontrolle, werden sowohl der Konsum als auch die privaten Investitionen wegen antizipierter Steuer- und Beitragserhöhungen beeinträchtigt, die Finanzierungsbedingungen des Staates wegen Zinserhöhungen sich verschlechtern und der Handlungsspielraum für eine zukunftsgerichtete Finanzpolitik wegen steigender Zinsausgaben sich verengen (GD 2009: 91). Es gilt daher, die knappen Haushaltsmittel möglichst effektiv einzusetzen, d.h. dort, wo sie die höchsten Wachstums- und Beschäftigungswirkungen entfalten. Dies entspricht dem Ziel einer *qualitativen* Haushaltskonsolidierung, bei der der Anteil der staatlichen Konsumausgaben an den Gesamtausgaben zu Gunsten des Anteils der Investitionsausgaben reduziert werden soll. Dieser Weg dürfte in den kommenden Jahren schwieriger sein als in der zurückliegenden Phase eines wirtschaftlichen Aufschwungs mit hohen Steuereinnahmen und geringen Sozialausgaben. Es galt während der Krise also durch erhöhte Investitionsausgaben die in Deutschland noch schwache Binnennachfrage kurzfristig zu stärken und mittelfristig auf einen höheren Wachstumspfad einzuschwenken. Bundesregierung und Sachverständigenrat sehen bei diesem Ziel einer konjunkturgerechten Wachstumspolitik gerade für Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur eine zentrale Rolle.

Eine solche Strategie setzt allerdings voraus, dass die Investitionen in Verkehrsinfrastruktur die erhofften Wachstums- und Beschäftigungseffekte auch tatsächlich erzielen. Positive Wachstums- und Beschäftigungseffekte von Verkehrsinfrastrukturausgaben sind zu erwarten, weil durch den Einsatz der öffentlichen Mittel eine Verbesserung der Standortqualität Deutschlands bewirkt wird. Das außerordentlich hohe Ausmaß an Arbeitsteilung bei der Produktion in einer modernen Volkswirtschaft erfordert ein häufiges Transportieren von Zwischenprodukten. Gute Ver-

[1] *Selbst ohne Beachtung der Sondervermögen des Bundes plante allein der Bund eine Nettoneuverschuldung in Höhe von knapp 48 Mrd. € (BMF 2009a).*

kehrswege verbessern deshalb die Effizienz der Produktion und die Investitions- und Absatzmöglichkeiten von Unternehmen. Ein effizienter Vertrieb und Handel von Gütern und damit der Zugang zu den nationalen wie internationalen Märkten ist ebenso auf eine gute Infrastruktur angewiesen und wird bei besserer Infrastruktur durch geringere Transport- und Transaktionskosten erleichtert. Da nach dem Fall der Mauer und des Eisernen Vorhangs in Europa die deutsche Volkswirtschaft sich immer stärker globalisiert hat – wie auch alle anderen Volkswirtschaften –, also sowohl Produktions- wie auch Vertriebsprozesse immer internationaler werden, hat die nationale, aber vor allem auch die internationale Verkehrsinfrastruktur vermutlich eine noch größere Bedeutung für eine effiziente Produktion und einen effizienten Vertrieb. Auch auf Seiten der Verbraucher und Arbeitnehmer ist die Verkehrsinfrastruktur wichtig, da diese durch Verkehrswege Zugang zu den Güter- und Dienstleistungsmärkten sowie zu ihrem Arbeitsplatz erhalten.

Entscheidende Teile der Verkehrsnetze in Deutschland (Fernstraßen, Eisenbahnen, Flughäfen) sind überlastet (vgl. Kapitel 7), so dass bei der Verkehrsinfrastruktur in Deutschland Engpässe bestehen. Eine Studie des Deutschen Instituts für Urbanistik (Difu) schätzt den öffentlichen Investitionsbedarf bei den Gemeinden insgesamt für die Jahre 2006 bis 2020 auf über 700 Mrd. € (Bracher et al. 2008); dies würde in den 15 Jahren bis 2020 einen durchschnittlichen jährlichen Investitionsbedarf in Höhe von 47 Mrd. € bedeuten (in Relation zum BIP des Jahres 2008 sind dies 1,9%). Auch wenn man dieser aus kommunaler Sicht abgeleiteten Größenordnung mit einer gewissen Skepsis begegnen sollte, kann man auf Basis dieser Difu-Studie von einem Investitionsstau im Bereich der Verkehrsinfrastruktur ausgehen, so dass Investitionen in diesem Bereich erforderlich und damit signifikante Wachstums- und Beschäftigungseffekte wahrscheinlich wären. Auch die Arbeiten des Österreichischen Wirtschaftsforschungsinstituts in Wien weisen darauf hin, dass bei der Bestimmung der optimalen Verkehrsinfrastrukturinvestitionen die Priorität auf dem Schließen vorhandener Lücken und der Beseitigung von Engpässen liegen sollten (Czerny et al. 2006).

Aber gerade für Deutschland ist die empirische Evidenz für die Wirksamkeit von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen gering, da bisher nur wenige empirische Untersuchungen durchgeführt wurden. Betrachtet man die internationalen Studien bezüglich der Frage nach den Wachstumswirkungen von öffentlicher Infrastruktur, so ergibt sich ein gemischtes Bild (vgl. z.B. FiFo 2006; Gramlich 1994), so dass keineswegs sicher ist, ob in den entwickelten Ländern wie Deutschland momentan von einer Unterversorgung oder eher von einer Überversorgung mit Verkehrsinfrastruktur ausgegangen werden muss. Im ersten Fall sind signifikante positive Wachstumseffekte zu erwarten, im zweiten Fall dagegen nur eher sehr schwache signifi-

kante, insignifikante oder gar signifikant negative Effekte. Insbesondere über die quantitative Höhe der Effekte besteht in Deutschland keine abgesicherte Evidenz.

Internationale Studien weisen in der Regel einen positiven Zusammenhang zwischen öffentlichen Investitionen in Infrastruktur und dem Wirtschaftswachstum nach (Afonso und Alegre 2008; Aschauer 1989; Blanchard und Perotti 2002; Romp und de Haan 2007). Colombier (2009) und Kaniovski et al. (2006) verweisen ausdrücklich auf die positiven Wachstumseffekte bei öffentlichen Investitionen in den Bereichen Infrastruktur und Bildung. Eine WIFO-Studie von 2003 schätzt die positiven Effekte u.a. speziell für Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in einem Simulationsmodell (Kaniovski et al. 2003). Die Studien kommen allerdings bezüglich der Höhe der positiven Effekte für Wachstum und Beschäftigung zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Andere Studien finden allerdings keinerlei Belege für Wachstums- und Beschäftigungseffekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen (Tatom 1991; Evans und Karras 1994; Holtz-Eakin 1994). Da unterschiedliche Länder mit unterschiedlich hohen Defiziten in verschiedenen Bereichen wie der Verkehrsinfrastruktur - und dies auch noch mit unterschiedlichen Methoden - untersucht werden, ist dies nicht verwunderlich. Um das Wachstums- und Beschäftigungspotential von öffentlichen Investitionen speziell für Deutschland zu identifizieren, müssen daher zwangsläufig auch landesspezifische Daten untersucht werden, die für die landesspezifischen Defizite in den einzelnen Bereichen kontrollieren. Um die Vor- und Nachteile einzelner Methoden zu beachten bzw. zu nutzen, sollten darüber hinaus auch unterschiedliche Methoden zur Anwendung kommen.

Im vorliegenden Gutachten sollen daher die bisherigen Befunde mit aktuellen gesamtdeutschen Daten und modernen Methoden ergänzt werden, so dass die deutsche Finanzpolitik sich auf empirische Evidenz speziell für Deutschland stützen kann. Dabei verwenden wir ein Studiendesign, dass (a) verschiedene Methoden verwendet (VAR-Analysen mit Hilfe von Zeitreihen, Panelanalysen mit Hilfe von Zeitreihen der 16 Länder, und Simulationsrechnungen mit Hilfe des RWI-Konjunkturmodells), um eine gesicherte Bandbreite der zu erwartenden Effekte in Deutschland aufzuzeigen und (b), teilweise damit zusammenhängend, die Schwächen der bisherigen Studien durch jeweils verbesserte Ansätze zu vermeiden; so wurde bisher für wichtige ökonometrische Probleme wie Multikollinearität nicht Rechnung getragen und in einigen Studien auch weder für landesspezifische noch für jahresspezifische Sondereffekte kontrolliert. Letztlich sollte sich die Finanzpolitik somit nicht auf die Ergebnisse einer einzigen Methode verlassen, die aufgrund von methodischen Schwächen und/oder bestimmten Nachteilen des Ansatzes im Zweifel zumindest bezüglich der quantifizierten Höhe der Effekte von Verkehrsinvestitionen irreführend sein könnte.

Unsere Studie wertet erstmals gesamtdeutsche Daten von West und Ost aus und legt umfangreiche Ergebnisse auf Basis von drei unterschiedlichen Methoden zu der Fragestellung vor, um noch unbefriedigende Studiendesigns früherer Untersuchungen zu verbessern und damit möglichst valide Ergebnisse zu erzielen. Des Weiteren werden erstmals dynamische Panelmodelle geschätzt.

1.1 Fragestellung und Aufbau der Studie

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Gewinnung vertiefter und differenzierter Erkenntnisse über die volkswirtschaftliche Bedeutung von Verkehrsinvestitionen in Deutschland im Vergleich zu alternativen öffentlichen Ausgabemöglichkeiten, um Schlussfolgerungen für eine finanzpolitische Ausgabenstrategie ziehen zu können. Hier ist zu beachten, dass die Investitionen kurzfristig direkte positive Effekte z.B. bei der Bauwirtschaft haben, welche mittel- bis langfristig durch die verbesserte Infrastruktur (also über bessere Nutzungsmöglichkeiten) für die gesamte Wirtschaft Vorteile generieren sollten. Hierdurch verstärken sich die positiven Effekte weiter (Multiplikatoreffekte). Zusätzlich sollte es auch zu den klassischen Multiplikatoreffekten kommen, wenn das in den Kreislauf geleitete Kapital zu weiterem Konsum und Investitionen führt. Es gilt also separat die kurz- und die langfristigen Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in Deutschland zu quantifizieren. Dabei sind kurzfristige Effekte vor allem nachfrage- und langfristige Effekte vor allem angebotsgetrieben. Der Fokus liegt auf den Wachstums- und Beschäftigungswirkungen von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen. Eine vertiefende Fragestellung hierzu ist, welche Bedingungen die Entfaltung dieser Effekte, vor allem der langfristigen, befördern bzw. behindern, um Schlussfolgerungen für eine Politik der nachhaltigen wirtschaftlichen Förderung der deutschen Volkswirtschaft ziehen zu können.

Der Aufbau des Forschungsberichts ist in Schaubild 1.1 aufgezeigt. Wir beginnen nach einem kurzen Literaturüberblick in dieser Einleitung in **Kapitel 2** mit einer Betrachtung der Entwicklung der Verkehrs- und Wirtschaftsleistung (BIP), welcher allerdings nur als Exkurs der Studie zu werten ist. Die Frage ist, ob eine Zunahme an Verkehr mit einer Zunahme des Bruttoinlandproduktes einhergeht und ob dieser Zusammenhang zwischen Verkehrs- und Wirtschaftswachstum sich in den letzten Jahrzehnten abgeschwächt hat. Es wird deshalb der **Zusammenhang von Verkehrs- und Wirtschaftswachstum** in Deutschland für die Jahre 1960 bis 2007 betrachtet und deren Korrelation quantifiziert; Kausalaussagen werden hier nicht getroffen. Ziel ist zu kontrollieren, ob die oft beobachtete Verkopplung von Verkehrsleistung und Wirtschaftsleistung auch in Deutschland nachzuweisen ist und ob in den letzten Jahren eine Entkopplung dieser Größen zu finden ist. Eine solche Entkopplung wäre aus ökologischen Gründen wünschenswert, da bei gleicher Motorentechnik mit

einer Zunahme des Verkehrs immer auch eine Zunahme an klimaschädlichen Emissionen einhergeht. Abschließend wird die Möglichkeit einer solchen Entkopplung von Verkehrs- und Wirtschaftswachstum in Deutschland kurz diskutiert.

Nach einer anschließenden Erläuterung der in der Studie verwendeten **Methoden** und einer vertieften **Motivation des Studiendesigns** in **Kapitel 3**, werden diese Fragestellungen in den Kapiteln 4 bis 6 behandelt. Diese Kapitel stellen mit den empirischen Analysen den Kern der Studie dar.

Kapitel 4 untersucht dabei die kurz- und langfristigen Effekte auf der gesamtstaatlichen Ebene mittels einer Zeitreihenanalyse (vektorautoregressive Analyse, VAR). Dabei wird beachtet, dass Verkehrsinfrastrukturinvestitionen im Wesentlichen in den Bereichen **Straßen- und Schienenverkehr** getätigt werden; die Bereiche des Flug- und Wasserverkehrs werden aufgrund der im Vergleich geringen Bedeutung in unserer Analyse nicht beleuchtet. Dabei ist unklar, ob etwaige Unterschiede bei den Effekten dieser beiden Verkehrsinvestitionen bestehen. Des Weiteren sind Unterschiede in den Effekten zwischen verschiedenen **Wirtschaftsbereiche**n zu erwarten, die sehr unterschiedlich von Verkehrsinfrastruktur abhängen könnten. Letztlich könnte der seit der Gründung der Bundesrepublik steigende Bestand an Verkehrsinfrastruktur auch zu einer Abnahme der Wirksamkeit von Investitionen in diese geführt haben (**Zeiteffekte**). All diese Fragestellungen werden in Kapitel 4 untersucht.

Kapitel 5 untersucht die Verkehrsinfrastrukturinvestitionen dann auf der Bundesländerebene mittels einer Paneldatenanalyse. Hier wird neben der zentralen Frage nach der Wachstumswirksamkeit von Verkehrsinvestitionen auch untersucht, welche Bedingungen diese befördern oder behindern (**Alter der Bevölkerung**, **Arbeitslosigkeit**, usw.). Auch untersuchen wir, ob es in dieser Frage Unterschiede zwischen **Ost- und Westdeutschland** oder zwischen Stadtstaaten und Flächenländern gibt. Dynamische Panelmodelle erlauben uns dort auch eine spezielle Unterscheidung von **kurz- und langfristigen Effekten**.

In **Kapitel 6** werden die Effekte wieder auf gesamtstaatlicher Ebene, aber mittels des RWI-Konjunkturmodells beziffert. Dort wird über die zentrale Frage der Wachstums- und Beschäftigungswirkungen von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen hinaus versucht zu klären, ob trotz etwaiger positiver Wachstums- und Beschäftigungseffekte von Verkehrsinvestitionen es nicht effektiver wäre, die knappen Steuermittel in anderen Politikbereichen zu verwenden. Die Frage zielt auf die **Opportunitätskosten** von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen ab. Diese bestehen darin, dass wenn man Mittel für Verkehrsinfrastruktur verausgabt, diese Mittel nicht mehr für andere Ausgaben genutzt werden können, die vielleicht noch höhere Effekte erzielen könnten. Daher simulieren wir die Effekte von alternativen Verwendungen mit dem RWI-

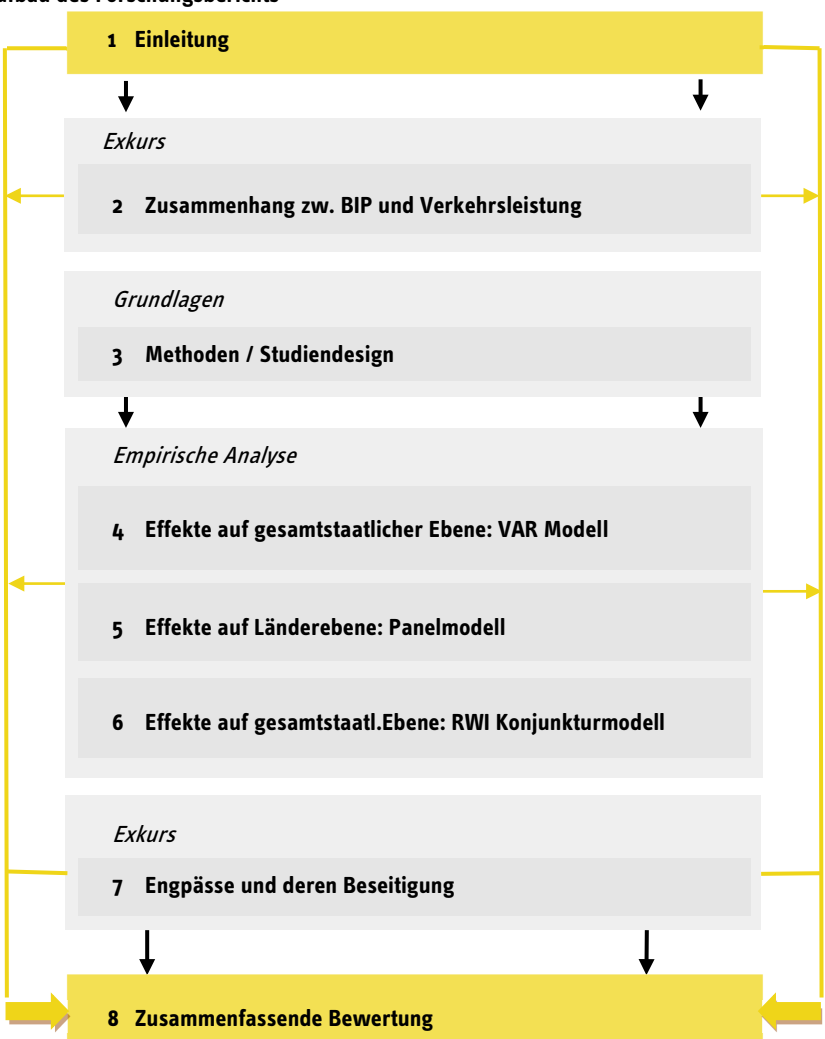
Konjunkturmodell, um zumindest die Effekte dieser zu quantifizieren und mit denen der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen zu vergleichen.

Engpässe im Verkehrsbereich haben Folgekosten für die Bürger und Unternehmen. Wichtig sind hier die durch Engpässe verursachten längeren Transportzeiten für das Transportgewerbe. Dies gilt für das Straßennetz ebenso wie für die Gleiswege, bei denen schon bei kleinen Störungen des Verkehrs große Verspätungen entstehen können. Das große Problem für die Wirtschaft ist, dass die Transportzeit nicht sicher kalkulierbar ist, wenn mit hohen Wahrscheinlichkeiten größere Staus auftreten. Eine fehlende Zuverlässigkeit der Verkehrsinfrastruktur führt dann zu höheren Vorhaltekosten an Fahrzeugen und Personal. Diese Folgekosten würden sinken, wenn wieder stärker in die Qualität und Kapazität der Verkehrswege investiert würde. In **Kapitel 7** wird deshalb noch eine aktuelle **Engpassanalyse** für die Fernverkehrswege in Deutschland erarbeitet. Wir untersuchen dabei in einem kleinen Engpassmodell die hohe Komplexität der Investitionsproblematik bezüglich der Auflösung von Verkehrsengpässen.

In **Kapitel 8** werden die verschiedenen Ergebnisse der Kapitel zusammengefasst, miteinander verglichen und in einer abschließenden Auswertung zu einem **Gesamtbild** geformt. Es werden dort die entscheidenden Fragen der Untersuchung bezüglich der Gewinnung vertiefter und differenzierter Erkenntnisse über die volkswirtschaftliche Bedeutung von Verkehrsinvestitionen in Deutschland beantwortet.

Die vorliegende Studie bereitet somit aktuelle und detaillierte empirische Evidenz bezüglich der Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen und quantifiziert die Wachstums- und Beschäftigungswirkungen von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen speziell für Deutschland.

Schaubild 1.1
Aufbau des Forschungsberichts



1.2 Überblick über die empirische und theoretische Literatur

Die volkswirtschaftlichen Effekte öffentlicher Infrastruktur wurden in der ökonomischen Literatur schon oft untersucht. Dabei lag der Fokus der Literatur auf den Effekten auf die private Produktivität, die Wertschöpfung oder das Bruttoinlandsprodukt (BIP). Die Erkenntnisse über die Effekte auf die Beschäftigung sind deutlich geringer. Einen sehr guten Überblick über die Literatur geben z.B. Bom und Lighthart (2008), FiFo (2006), Romp und de Haan (2007), Stephan (2001) oder van Suntum et al. (2008). Einen Überblick über die Literatur zu den Effekten speziell von öffentlichen Investitionen in die Transportinfrastruktur geben z.B. Bhatta und Drennan (2003) als auch Hartwig und Armbrecht (2008).

Laut der Meta-Studie von Bom und Lighthart (2008), die 76 Studien auswertet, liegt die durchschnittliche Outputelastizität bei 0,081%. D.h., wird durch Investitionen der öffentliche Kapitalstock um 1% erhöht, so erhöht dies im Durchschnitt das BIP um 0,081% des aktuellen BIP. Van Suntum et al. (2008: 27-28) wenden diese Elastizität an und berechnen für den Fall einer zusätzlichen Verkehrsinfrastrukturinvestition im Jahr 2006 in Höhe von 1 Mrd. € (real) ein zusätzliches Wachstum von 0,016% aus, was, bezogen auf ein damals reales BIP von knapp 2,08 Billionen Euro, im ersten Jahr einem realen Outputzuwachs von knapp 343 Mill. € entsprechen würde. Unter den von den Autoren gemachten Annahmen, nämlich einer linearen Abnutzung der Verkehrsinfrastruktur über eine Lebensdauer von gut 30 Jahren, kommt die im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI) angefertigte Studie zu einem Gesamteffekt von knapp 5,2 Mrd. €. Unterstellt man dagegen statt der Outputelastizität von 0,081% den sehr viel höheren Wert von 0,35%, wie ihn Fernald (1999) ermittelt, kommen die Autoren auf einen Wert von 1,4 Mrd. € (21,8 Mrd. €). Bei dem sehr viel niedrigeren Wert von 0,04%, wie ihn Garcia-Mila und McGuire (1992) fanden, kommen die Autoren dagegen nur noch auf Outputeffekte in Höhe von 165 Mill. € (2,5 Mrd. €).

Bezüglich der deutlichen Unterschiede in den Ergebnissen ist zu beachten, dass in den zugrunde liegenden Studien verschiedene Länder zu unterschiedlichen Zeiträumen untersucht wurden. Auch die verwendete Methode dürfte einen Einfluss auf die Ergebnisse haben. Die Bedeutung der Länderauswahl und des Untersuchungszeitraums verdeutlichen Jong-A-Pin und de Haan (2008), indem Sie die Effekte von öffentlichen Investitionen in den OECD-Ländern außer Deutschland mit Hilfe eines VAR-Ansatzes für verschiedene Zeiträume untersuchen. Die Ergebnisse zeigen zum einen, dass sich die Effekte zwischen den Ländern deutlich unterscheiden. Während der langfristige Effekt einer Erhöhung des öffentlichen Kapitalstocks auf die Produktion in Irland deutlich negativ und in anderen Ländern, wie Belgien, Dänemark und den Niederlanden, null ist, finden die Autoren für die überwiegende Zahl der Länder deutlich positive Effekte. Zum anderen zeigen die Autoren, dass die Wachs-

tumseffekte der öffentlichen Investitionen im Laufe der 90er Jahre geringer geworden sind. Dies zeigt, dass sich die Ergebnisse aus Studien für andere Länder oder für weiter zurückliegende Zeiträume nicht ohne weiteres auf die aktuelle Situation in Deutschland übertragen lassen (vgl. auch Canning und Pedroni 2004).

Beschäftigungswirkungen von Verkehrsinfrastruktur wurden unserem Wissen nach lediglich mittels nicht-ökonometrischer Methoden untersucht. Bach et al. (1994) fanden im Rahmen einer Input-Output-Analyse für die Jahre 1973 bis 1980, dass eine permanente Erhöhung der realen Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur von 1 Mrd. € das Bruttosozialprodukt (BSP, heute Bruttonationaleinkommen) im Schnitt um 2 Mrd. € erhöhe, wobei dieser Multiplikator von 2 sich im Zeitablauf auf 1,7 abschwäche. Hieraus folge ein Beschäftigungseffekt von ungefähr 15 Tausend Erwerbstätigen. Eine einmalige Erhöhung habe keinerlei mittel- oder gar langfristige Effekte. Des Weiteren verweist die Studie auf die Bedeutung der Finanzierung der Investitionen. Werden die Investitionen nicht durch das Neudrucken von Geld, also durch die Schaffung von Inflation finanziert – was heutzutage in der EU ohnehin nicht mehr zulässig ist –, sondern am Kapitalmarkt kreditfinanziert, so halbiert sich der Multiplikator von 2 auf 1; bei einer kompletten Gegenfinanzierung verschwindet der Effekt vollständig.

In der etwas jüngeren Input-Output-Analyse von Baum und Kurte (1999) wird für die Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur von 1996 (knapp 40 Mrd. DM) ein Beschäftigungseffekt von 395 744 Erwerbstätigen, ein Produktionseffekt von 47,4 Mrd. DM und eine um die Vorleistungen bereinigte Bruttowertschöpfung von 33,9 Mrd. DM angegeben. Auf eine Investition von 1 Mrd. € umgerechnet (Wechselkurs: 0,51129 € pro DM), würde dies einem Beschäftigungseffekt in Höhe von etwa 19 Tausend entsprechen.

Hartwig und Armbrecht (2008) wiederum berechnen die Beschäftigungswirkungen ebenfalls mit Hilfe der Arbeitskoeffizienten der Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamts. Der Produktionseffekt von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen wird allerdings unter Anwendung der Nutzen-Kosten-Analyse ermittelt. In der im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Zementindustrie, des Hauptverbandes der Deutschen Bauindustrie und des Verbandes der Automobilindustrie (drei Interessensverbände) durchgeführten Studie kommen die Autoren zu dem Ergebnis, dass eine Infrastrukturinvestition in Höhe von 1 Mrd. € den Produktionswert um 984 Mill. € erhöhe und somit insgesamt 21 544 Arbeitsplätze schaffe.

2. Der Zusammenhang zwischen der Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts und der jährlichen Verkehrsleistung

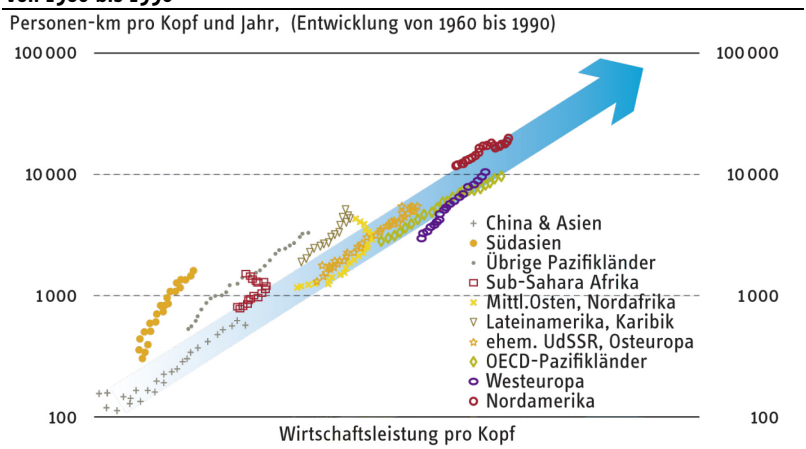
In diesem Kapitel wird der Zusammenhang zwischen Wirtschafts- und Verkehrsleistung – speziell für Deutschland – untersucht. Es wird geprüft, inwieweit eine zunehmende Wirtschaftsleistung mit einer Zunahme der Verkehrsleistung einher geht, wie stark dieser Zusammenhang ausgeprägt ist und ob in Deutschland, zumindest nach der Wiedervereinigung, eine Entkopplung der beiden Größen zu beobachten war.

Aus umweltpolitischer Sicht ist gerade die letzte Frage nach einer möglichen Entkopplung der beiden Größen zentral. Wenn aufgrund von Wirtschaftswachstum das Verkehrsaufkommen zunimmt (und so bei der Verkehrsinfrastruktur es potentiell zu Engpässen kommt, die durch Investitionen behoben werden), stellt sich die Frage nach der ökologischen Nachhaltigkeit dieser Entwicklung. Die damit einhergehende zunehmende Emissionsbelastung beschleunigt den Klimawandel und erschwert die von Deutschland beabsichtigte Reduzierung der CO_2-Emissionen. Deshalb werden Strategien diskutiert, wie man Wirtschaftswachstum und Verkehrsaufkommen entkoppeln könnte, ohne dabei die Mobilität der Menschen zu beeinträchtigen (Pastowski 1997; Baum 2000). Die aktuellen Verkehrsprognosen, z.B. die Verkehrsprognose 2025, gehen allerdings nicht von einer Entkopplung aus; man erwartet sogar noch eine Zunahme der Transportintensität bis 2025. Bevor wir uns im Detail mit den Wachstums- und Beschäftigungswirkungen von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen beschäftigen, werden in diesem Kapitel deshalb als kurzer Exkurs die tatsächlichen Verläufe der Verkehrsaufkommen und des Wirtschaftswachstums in den vergangenen Jahrzehnten und die jüngeren Entwicklungen seit der Wiedervereinigung für Deutschland untersucht. Dabei wird überprüft, ob eine im Zeitablauf fallende Korrelation der beiden Größen zu beobachten ist.

Wertet man den Zusammenhang der Größen „Verkehrsleistung“ und „Wirtschaftsleistung“ im internationalen Rahmen aus, so zeigt sich, dass zwischen dem Wachstum des BIP und dem des Verkehrsaufkommens als Trend eine positive Korrelation besteht. Dies wurde anhand von Statistiken aus zahlreichen Ländern der Welt belegt. Ein Beispiel für eine derartige Gegenüberstellung zeigt Schaubild 2.1. Hier ist eine doppel-logarithmische Darstellung gewählt, in der sich ein linear erscheinender Trend ergibt. Bemerkenswert ist daran, dass sich ein homogener Trend auch ergibt, wenn sich die Betrachtung über die verschiedensten Länder mit unterschiedlichem wirtschaftlichem Entwicklungsstand hinweg erstreckt.

Schaubild 2.1

Zusammenhang zwischen dem BIP (Wirtschaftsleistung) pro Kopf und der Summe aller Fahrstrecken (Personen-km) pro Kopf für verschiedene Länder in den Jahren von 1960 bis 1990



Quelle: Originaldaten vom IIASA, Laxenburg, hier zitiert nach Shell (2003: 6).

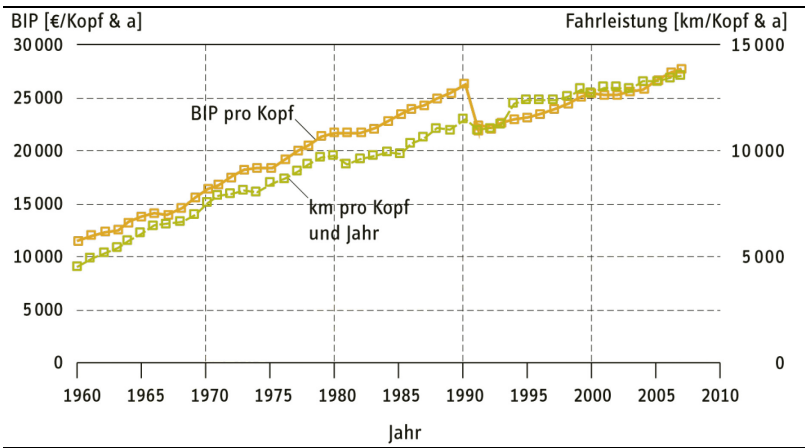
Auch der ADAC hat kürzlich in einer (deskriptiven) Querschnittsanalyse wesentliche Größen der Verkehrs- und Wirtschaftsleistung in den EU-Ländern verglichen (Esser und Kurte 2009). Die Studie findet ebenfalls Indizien dafür, dass mit einem höheren BIP (pro Einwohner) eine höhere Mobilität (in km/Einw/Jahr) einhergeht. Ebenso sind Verkehrsaufkommen im Personen- und Güterverkehr in diesem Vergleich mit der Rate der Beschäftigten pro 1000 Einwohner sowie der Arbeitsproduktivität deutlich korreliert.

In diesem Kapitel wird untersucht, inwieweit ein solcher Trend auch für Deutschland besteht und inwieweit sich eine Schwächung des Zusammenhangs finden lässt, die auf eine beginnende Entkopplung hindeuten würde. Benutzt wurden folgende Quellen:

- Statistisches Jahrbuch der Bundesrepublik Deutschland 2008 (StaBu 2008a):

  Im statistischen Jahrbuch ist das Bruttoinlandsprodukt (BIP) zu jeweils aktuellen jährlichen Preisen dargestellt sowie in verschiedenen Indexwerten. Daraus wurde das BIP für jedes Jahr zu Preisen des Jahres 2000 (reales BIP) errechnet. Daraus wurde mit den Daten über die Bevölkerung das BIP pro Kopf und Jahr errechnet. Die Entwicklung dieser Größe über die Zeit ist aus Schaubild 2.2 zu entnehmen.

Schaubild 2.2
Entwicklung des BIP sowie der jährlichen Fahrleistung in der Bundesrepublik
1960 bis 2007, jeweils pro Kopf der Bevölkerung



Quelle: Statistisches Jahrbuch 2008 und BMVBS (1991, 2008).

Man erkennt deutlich den Sprung nach unten bei der Entwicklung des BIP pro Kopf nach der Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten nach 1990. Grund ist die Zunahme der Bezugsgröße „Bevölkerung", ohne dass dem eine proportionale Zunahme des BIP gegenüberstand.

➢ Verkehr in Zahlen 2008/09 und 1991 (BMVBS 1991, 2008):

Die jährlich in Deutschland erbrachten Verkehrsleistungen werden in der vom BMVBS herausgegebenen Datensammlung zum Verkehr dokumentiert. Diese Verkehrsleistung hat die Einheit „Personen-Kilometer pro Jahr" und „Tonnen-Kilometer pro Jahr". Diese Parameter sind hier ebenfalls auf die gesamte Bevölkerung Deutschlands bezogen.

Im Anhang sind alle in diesem Kapitel verwendeten Daten noch einmal graphisch dokumentiert.

2.1 Personenverkehr

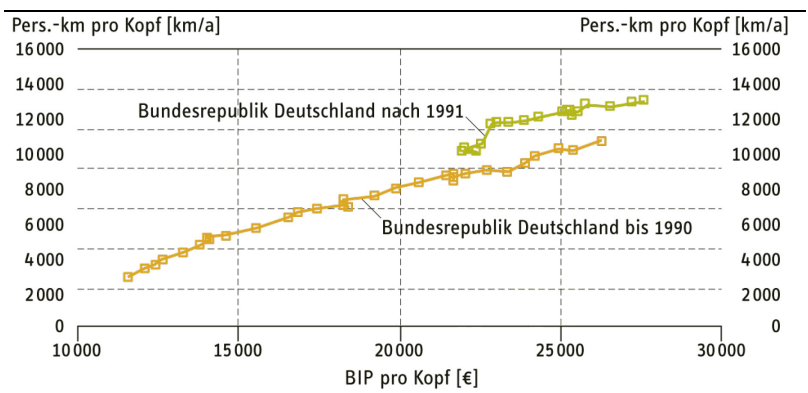
Verglichen werden die beiden Parameter

- BIP in Mrd. € pro Jahr (zu Preisen von 2000)
- Verkehrsleistung im Personenverkehr, zusammengefasst über alle motorisierten Verkehrsmittel (ohne Fußwege und Radfahrten) hinweg (in Mrd. Personen*km).

Hier interessieren weniger die absoluten Größen als vielmehr der Bezug auf eine Person der Bevölkerung. Die Entwicklung beider relativen Größen im Trend über die Zeit von 1960 bis 2007 zeigt Schaubild 2.2. Beide Variablen haben im Laufe der Zeit beständig zugenommen. Ein Trendbruch hat sich jedoch mit der Wiedervereinigung beider deutschen Staaten im Jahr 1990 ergeben. Dabei hat sich das BIP der Bundesrepublik als neues Ganzes nur vergleichsweise geringfügig gegenüber der alten Bundesrepublik erhöht, während die Bezugsgröße „Einwohner" erheblich zugenommen hat. Während das reale pro-Kopf BIP erst im Jahr 2005 wieder das Niveau des Jahres 1990 erreicht hatte, ist die Fahrleistung im Personenverkehr bei dieser relativen Betrachtung nur in den drei Jahren von 1991 bis 1993 leicht zurückgegangen.

Wenn man die beiden Parameter in einer Grafik aufeinander bezieht, entsteht Schaubild 2.3. Es ist klar zu erkennen, dass in der früheren Bundesrepublik (Westdeutschland) der Trend einer zunehmenden Verkehrsleistung mit wachsendem BIP vorherrscht. Ein solcher Trend hat sich auch nach der Wiedervereinigung herausgebildet. Es ist jedoch zu erkennen, dass nach der Wiedervereinigung der Personenverkehr bei gleicher Wirtschaftsleistung pro Kopf höher war. Insgesamt ordnet sich diese Gegenüberstellung in den weltweiten Trend also nahtlos ein.

Schaubild 2.3
Zusammenhang zwischen BIP und der jährlichen Fahrleistung in der Bundesrepublik in pro Kopf-Größen
1960 bis 2007, jeweils pro Kopf der Bevölkerung



Quelle: Statistisches Jahrbuch 2008 und BMVBS (1991, 2008)

2.2 Güterverkehr

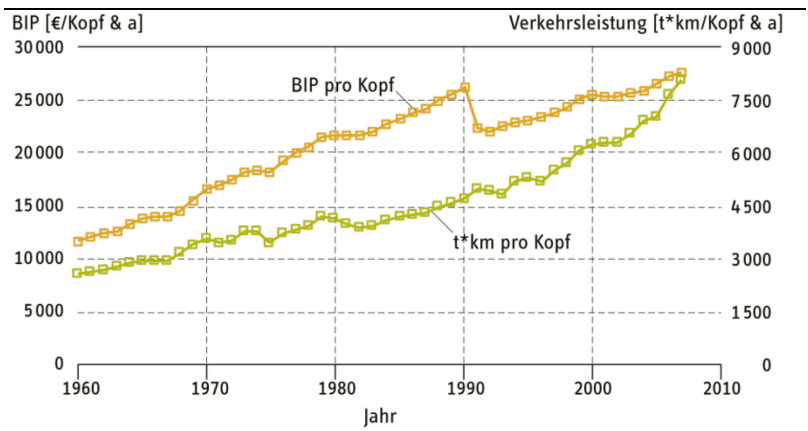
Verglichen werden die beiden Parameter

- BIP in Mrd. € pro Jahr (zu Preisen von 2000)

- Verkehrsleistung im Güterverkehr, zusammengefasst über alle Verkehrsträger hinweg (einschl. Nahverkehr mit Lkw; ohne Seeschifffahrt) (in Mrd. t*km).

Auch hier interessieren weniger die absoluten Größen als vielmehr der Bezug auf eine Person der Bevölkerung. Die Entwicklung beider relativen Größen im Trend über die Zeit von 1960 bis 2007 zeigt Schaubild 2.4. Auch die Verkehrsleistung pro Kopf im Güterverkehr hat im Laufe der Zeit beständig zugenommen. Der Trendbruch beim BIP im Jahr 1990 hat sich nicht in gleichem Maße beim Güterverkehr eingestellt. Nach 1990, also nach der Wiedervereinigung und der Öffnung der Grenzen nach Osteuropa, haben sich die Wachstumsraten auf ein höheres Niveau gesteigert.[2]

Schaubild 2.4
Entwicklung des BIP sowie der jährlichen Verkehrsleistung des Güterverkehrs in der Bundesrepublik
1960 bis 2007, jeweils pro Kopf der Bevölkerung

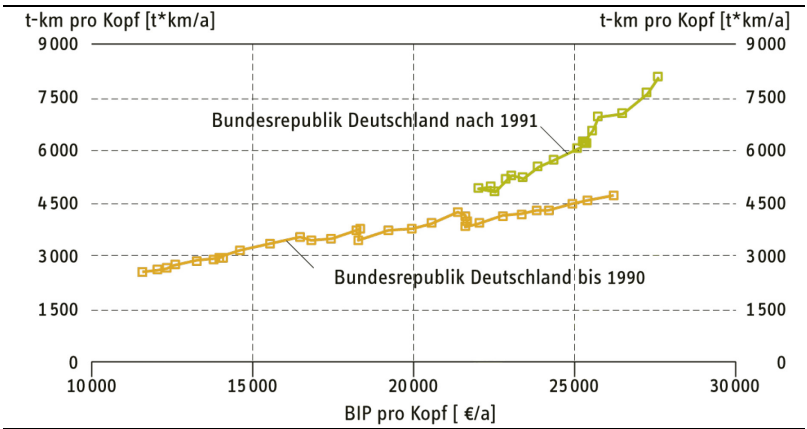


Quelle: Statistisches Jahrbuch 2008 und BMVBS (1991, 2008)

Wenn man die beiden relativen Parameter (d.h. pro Kopf der Bevölkerung) in einer Grafik aufeinander bezieht, entsteht Schaubild 2.5. Es ist wieder klar zu erkennen, dass in der früheren Bundesrepublik (Westdeutschland) der Trend einer zunehmenden Transportleistung mit wachsendem BIP vorherrscht. Ein solcher Trend hat sich auch nach der Wiedervereinigung herausgebildet. Es ist jedoch zu erkennen, dass sich die Steigerungsrate des Trends deutlich erhöht hat. Für sich gesehen weisen beide Trends einen etwa linearen Verlauf auf.

[2] *Wenn man die beiden Parameter BIP und Güterverkehrsleistung in absoluten Größen einander gegenüber stellt, wird dieser neue Trend, der sich nach 1990 eingestellt hat, deutlich (vgl. Anhang, Schaubild A.6).*

Schaubild 2.5
Zusammenhang zwischen BIP und der jährlichen Transportleistung im Güterverkehr in der Bundesrepublik
1960 bis 2007, jeweils pro Kopf der Bevölkerung



Quelle: Statistisches Jahrbuch 2008 und BMVBS (1991, 2008)

Diese Zusammenhänge legen den Schluss nahe, dass die Steigerung des BIP und die Steigerung der Transportleistung (jeweils pro Jahr, ohne Bezug auf die Bevölkerung) eine positive Korrelation aufweisen.

Wir haben den Zusammenhang zwischen der Veränderungsrate der Verkehrsleistung im Güterverkehr und der Wachstumsrate des BIP mittels OLS geschätzt. Dabei wurden die aufgrund des Strukturbruchs durch die Wiedervereinigung ungewöhnlichen Jahre 1990 und 1991 nicht berücksichtigt. Unsere Schätzung bestätigt einen positiven Zusammenhang zwischen Wirtschafts- und Verkehrswachstum. Der Zusammenhang ist in Schaubild 2.6 dargestellt. Die geschätzte Geradengleichung hat folgende Form:

$$T = -0{,}34 + 1{,}21 \cdot B \qquad (1)$$

mit

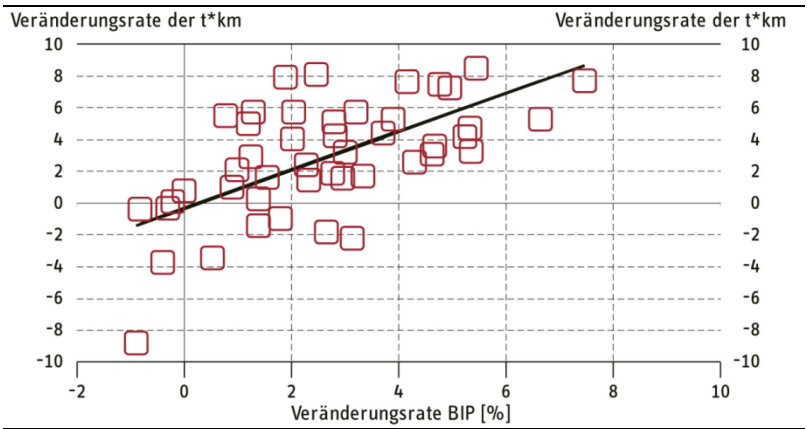
T = Veränderungsrate der Verkehrsleistung im Güterverkehr (Mrd. Tonnen-Kilometern) im Vergleich zum Vorjahr, in %

B = Veränderungsrate des BIP im Vergleich zum Vorjahr, in %

Der Achsenabschnitt von -0,34 ist statistisch nicht signifikant, aber der Steigungskoeffizient von 1,21 ist auch bei einem Signifikanzniveau von 1% noch signifikant

(vgl. Tabelle 2.1). Steigt das Wirtschaftswachstum in Deutschland also um 1%-Punkt, so geht dies mit einem Anstieg des Verkehrswachstums um 1,21%-Punkte einher.

Schaubild 2.6
Zusammenhang zwischen der Veränderung des BIP und der Transportleistung im Güterverkehr in der Bundesrepublik
1961 bis 2007, jeweils absolute Größen im Vergleich zum Vorjahr, ohne den Ausreißer-Wert für 1991



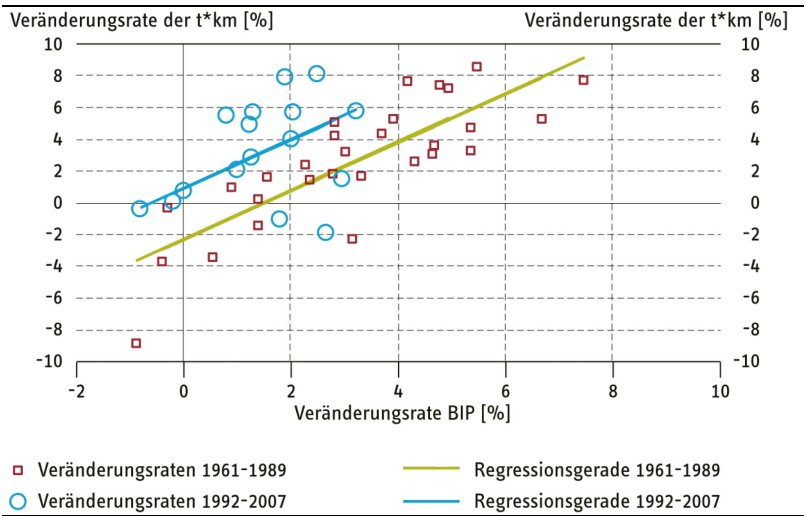
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Daten des Statistischen Jahrbuchs 2008 und BMVBS (1991, 2008).

In Schaubild 2.7 ist dieselbe Entwicklung mit einer Unterscheidung nach der Zeit von 1961 bis 1989 sowie von 1992 bis 2007 dargestellt. Schätzt man den Zusammenhang vor und nach dem Strukturbruch, so ergeben sich zwei unterschiedliche Regressionsgeraden. Die Schätzergebnisse sind ebenfalls in Tabelle 2.1 wiedergegeben.

Schaubild 2.7

Zusammenhang zwischen der Veränderung des BIP und der Transportleistung im Güterverkehr in der Bundesrepublik für die Zeit vor 1990 und nach 1992

1961 bis 2007, jeweils prozentuale Veränderungsraten im Vergleich zum Vorjahr, ohne den Ausreißer-Wert für 1991



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Daten des Statistischen Jahrbuchs 2008 und BMVBS (1991, 2008/09).

Es ist zu erkennen, dass ab 1992 die Transportleistung im Schnitt auf einem höheren Niveau vom BIP abhängig war, da bei gegebenem Wirtschaftswachstum die Veränderungsrate der Verkehrsleistung auf höherem Niveau verläuft. Die Steigung der Regressionsgerade ist aber gleich geblieben. Dies bestätigen auch unsere Schätzergebnisse (Tabelle 2.1): Vor und nach der Wiedervereinigung liegt der geschätzte Steigungskoefizient bei etwas mehr als 1,5. Es ist also keine Entkopplung von Verkehrsaufkommen und Wirtschaftswachstum seit der Wiedervereinigung zu beobachten.[3]

[3] *Bisherige Studien fanden für europäische oder andere industrialisierte Länder stets positive Elastizitäten, die von etwa 0,7 bis 1,8% variieren (Stambrook 2006: 206).*

Tabelle 2.1
OLS-Schätzung des durchschnittlichen Zusammenhangs von Verkehrs- und Wirtschaftszunahme

	(1) 1961-2007 (ohne 1990-1991)	(2) 1961-1989	(3) 1992-2007
Veränd.rate (BIP)	1.209***	1.533***	1.523**
	(0.214)	(0.207)	(0.607)
Konstante	-0.338	-2.328***	0.927
	(0.693)	(0.783)	(1.149)
Jahre	45	29	16
R^2	0.427	0.670	0.310
Root MSE	2.793	2.291	2.718

*Quelle: Eigene Schätzungen. Zu erklärende Variable: Veränderungsrate der Gütertransportleistung. Standardfehler in Klammern. Signifikanzniveaus: *** entspricht 1%, ** entspricht 5%, * entspricht 10%.*

Unsere Ergebnisse verweisen allerdings auf eine wesentliche Änderung: der Achsenabschnitt der Schätzgleichung für die Bundesrepublik vor der Wiedervereinigung war negativ; die Konstante von -2,33 ist statistisch hoch signifikant. Seit der Wiedervereinigung ist der geschätzte Achsenabschnitt dagegen nicht mehr negativ; der geschätzte positive Koeffizient ist statistisch nicht von Null zu unterscheiden. D.h., während Nullwachstum der Wirtschaft vor der Wiedervereinigung im Schnitt mit einer Abnahme der Güterverkehrsleistung um 2,3% einherging, so ist dies heute nicht mehr der Fall. Bei einer Stagnation der deutschen Wirtschaft stagniert auch die Verkehrsleistung; wäre der positive Achsenabschnitt signifikant, würde die Verkehrsleistung sogar trotz Stagnation der deutschen Wirtschaft um fast 1% steigen.

Dies offenbaren auch die durchschnittlichen Veränderungsraten der beiden Größen (vgl. Tabelle 2.2): Lag die durchschnittliche Veränderungsrate der Transportleistung in den Jahren von 1960 bis 1989 noch bei 2,53%, so stieg diese in den Jahren nach der Wiedervereinigung auf 3,25%. Gleichzeitig sank die Wachstumsrate des realen BIP von 3,18% auf nur noch 1,53%. Obwohl das reale BIP nach der Wiedervereinigung im Schnitt also nur noch deutlich geringer wuchs, ist die Transportleistung im Schnitt deutlich stärker gewachsen.

Tabelle 2.2
Deskriptive Statistik der Veränderungsraten des realen BIP und der Transportleistung vor und nach der Wiedervereinigung
1960 bis 2007

Veränderungsrate von	Durchschnitt	Standard-abweichung	Minimum	Maximum
		1960 bis 2007 (ohne 1990 und 1991)		
Reales BIP	2,59	1,97	-0,87	7,46
Transportleistung	2,80	3,65	-8,79	8,53
		1960 bis 1989		
Reales BIP	3,18	2,09	-0,87	7,46
Transportleistung	2,54	3,92	-0,87	8,53
		1992 bis 2007		
Reales BIP	1,53	1,16	-0,80	3,21
Transportleistung	3,25	3,16	-1,83	8,12

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von StaBu (2008a), BMVBS (2008: 212, 236), BMVBS (1991: 308, 340).

Vor der Wiedervereinigung nahm laut unseren Schätzungen die Veränderungsrate der Transportleistung des Verkehrs bei Wirtschaftswachstumsraten von unter 1,52% ab, und erst bei höheren Wachstumsraten nahm sie zu. Heute ist die Veränderungsrate der Transportleistung nur dann negativ, wenn die Wirtschaft schrumpft. Grund für diese Änderung könnte die massive Zunahme des Transitverkehrs durch die EU-Ost-Erweiterung und die generelle Zunahme der internationalen Arbeitsteilung im Zuge der verstärkten Globalisierung seit der Wende sein. Bonnafous (2008) weist deshalb bei der Zunahme der Güterverkehrsleistung in Europa auf zwei unterschiedliche Effekte hin: Zwar beobachtet man nur moderat steigende heimische Güterverkehrsleistungen in Tonnen-Kilometern, aber eine starke Zunahme an internationalem Verkehr. Gerade beim internationalen Verkehr steigen die Tonnen-Kilometer aufgrund der verstärkt globalisiert betriebenen Arbeitsteilung, die mit deutlich steigenden Distanzen während des Produktionsprozesses einher geht.

2.3 Fazit: Ist eine Entkopplung möglich?

Stambrook (2006: 205) benennt vier aktuelle Entwicklungen, die weltweit die Aussichten für eine Entkopplung beeinflussen, zwei, die die Chance für eine Entkopplung erhöhen und zwei, die die Chance senken:

(a) Die relative Bedeutung von Dienstleistungen für das BIP wächst und deren Güterverkehrsintensität ist geringer als die von industriellen Gütern;

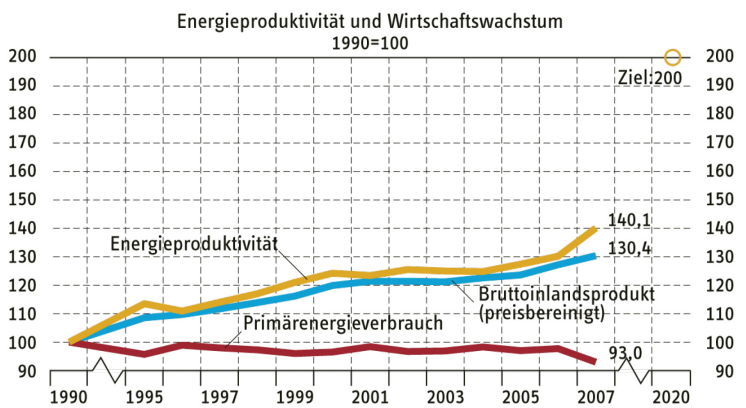
(b) es gibt eine Entwicklung hin zu einer Reduktion der Materialbestandteile und des Gewichtes pro Eurowert eines Gutes;

(c) Zunahme der relativen Bedeutung des internationalen Handels, der längere Distanzen und höhere Transportintensitäten mit sich bringt; und

(d) Zunahme der relativen Bedeutung der Produktspezialisierung mit einer höheren Komplexität der Produktionsketten, was ebenfalls zu längeren Distanzen und höheren Transportintensitäten führt.

Der in dieser Studie für Deutschland geschätzte Zusammenhang impliziert, dass zumindest gegenwärtig die Punkte (c) und (d) zu dominieren scheinen. Ein wesentlicher Aspekt, der die Transportleistung in Deutschland neben dem nationalen Wirtschaftswachstum erhöht, ist der durch die EU-Osterweiterung erhöhte Transitverkehr. Eine Entkopplung ist in Deutschland somit aktuell weder zu beobachten noch zu erwarten.

Schaubild 2.8
Index für den Primärenergieverbrauch im Vergleich zum Index des BIP für die Bundesrepublik
1990 bis 2007



Quelle: StaBu (2008b).

Unsere Ergebnisse legen daher den Schluss nahe, dass in der Vergangenheit mit wachsendem BIP in Deutschland sowohl der Personenverkehr als auch die Transportleistung im Güterverkehr zugenommen hat.[4] Dies hat sich auch in der jüngeren

[4] *Unsere Schätzungen belegen allerdings keine kausalen Zusammenhänge zwischen Verkehrs- und Wirtschaftswachstum in die eine oder andere Richtung, sondern lediglich eine Korrelation.*

Vergangenheit seit der Wiedervereinigung nicht geändert. Weil sich dieser Zusammenhang fast einheitlich in Ländern aller Stufen der wirtschaftlichen Entwicklung zeigt und Verkehrsleistungen bei der Produktion von Gütern meist notwendig sind, wird diesem Zusammenhang vielfach auch die Qualität einer zwingenden Gesetzmäßigkeit zugebilligt.

Man könnte einwenden, dass hier zwei Variablen gegenüber gestellt werden, die von ihrer inneren Logik her schon zwingend zusammenhängen. Denn der Verkehrsbereich ist ein Teil der wirtschaftlichen Leistung des Landes und repräsentiert damit einen Teil des BIP. Hier ist aber einzuwenden, dass der Verkehrssektor zwischen 3 und 4% zum BIP beiträgt und somit keineswegs eine so bedeutende Stellung innehat, dass er das BIP prägen würde.

Ein anderer möglicher Einwand ist, dass der Zusammenhang keine Gesetzmäßigkeit darstelle und man die beiden Entwicklungen durchaus entkoppeln könne; d.h. das BIP ließe sich steigern, ohne dass damit zwingend eine Steigerung der Verkehrsleistung einhergehen müsse. Diese Entkoppelung ist im Energiesektor auch gelungen (StaBu 2008b; vgl. Schaubild 2.8). Aus ökologischen Gründen wäre eine solche Entwicklung im Verkehrsbereich zweifellos wünschenswert. Allerdings gibt es in Deutschland und anderswo bisher keine Anzeichen oder Beispiele dafür, dass diese Entkopplung der Verkehrsleistung vom BIP gelingen kann.

Vorschläge, wie eine solche Entkopplungsstrategie aussehen könnte, wurden u.a. von der OECD (2006) vorgelegt. Man könnte z.B. neuere Technologien fördern, die das Entstehen von Personenverkehr vermeiden (virtuelle Konferenzmöglichkeiten, virtuelle Märkte, Arbeiten von zuhause usw.). Man könnte auch aus ökologischen Gründen bei den Verkehrsinvestitionen stärkere Akzente bei der Schiene und dem ÖPNV setzen, um Verkehrsverlagerungen herbeizuführen. Dies würde insgesamt keine Entkopplung bedeuten; es könnte aber eine Reduzierung der verkehrsbedingten Emissionen bewirken.[5] In jedem Falle müssten sich die Verhaltensweisen von Unternehmen und Privatpersonen ändern, um eine nennenswerte Entkoppelung zu erreichen. Dies kann vor allem gelingen, wenn die entsprechenden Anreize hierfür geschaffen werden. Aus ökonomischer Sicht gilt es deshalb auch, das Preisverhältnis zwischen den unterschiedlichen Verkehrsträgern auf Effizienz zu überprüfen, also ob jeweils alle sozialen Kosten endogenisiert sind und die Preissetzung nicht durch Marktmacht verzerrt wird. Es ist nahe liegend, mit Maßnahmen zu beginnen, die mit geringen Kosten verbunden sind und sich schnell umsetzen lassen. Andere

[5] *Erfahrungen aus den 1980er und 90er Jahren haben gezeigt, dass eine Politik, die durch Nichtstun Engpässe stetig sich verschärfen lässt und hofft, einen Modalsplit von der Straße zur Schiene durch die zunehmende Stauhäufigkeit und -intensität zu erreichen, ohne Verbesserungen bei der Schiene nicht funktioniert und nur zu wirtschaftlichen Kosten wie einem verringerten Produktivitätswachstum führt (Stambrook 2006: 202).*

Vorschläge, um das Verkehrsaufkommen zu reduzieren, zielen darauf ab, durch eine veränderte Landes- und Stadtplanung die Wege der Menschen zur Wahrnehmung verschiedener Aktivitäten zu verkürzen. Dabei sollten nach Möglichkeit viele Wege so kurz sein, dass sie problemlos ohne motorisierte Verkehrsmittel erreichbar sind. Durch städtebauliche Konzepte könnte auch die Nutzbarkeit öffentlicher Verkehrsmittel erleichtert werden.

Trotz vielfacher Bemühungen der jüngeren Vergangenheit in diese Richtung zeichnet sich eine Entkoppelung des Verkehrswachstums vom Wachstum des BIP weder in Deutschland noch an anderer Stelle ab. Überzeugende wirkungsvolle Konzepte in diese Richtung sind bisher nicht erkennbar. Die verstärkte Globalisierung führt zu zunehmenden Transportwegen sowohl beim Produktionsprozess als auch beim Vertrieb. Man muss deswegen nach aller Erfahrung davon ausgehen, dass mit einem weiteren Wirtschaftswachstum auch in Zukunft eine Zunahme des Verkehrsaufkommens einhergeht – sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr.

Im Umkehrschluss muss somit auch befürchtet werden, dass das Wirtschaftswachstum behindert werden kann, wenn die Zunahme des Personen- und Güterverkehrs verstärkt an Kapazitätsgrenzen der Infrastruktur stößt. Ziel von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen ist es, das derzeitige und das für die Zukunft prognostizierte Verkehrsaufkommen zu bewältigen, damit das Wirtschaftswachstum nicht behindert wird. Da letztlich reale Güter transportiert werden müssen, sei es als Zwischenprodukt oder als Endprodukt, ist eine völlige Entkopplung auch in Zukunft nicht zu erwarten. Wenn es aber gelingt, den mit steigender Wirtschaftleistung verbundenen Anstieg des Verkehrsaufkommens zu reduzieren, sind nur noch geringere Verkehrsinfrastrukturinvestitionen notwendig, um eine Behinderung des Wachstums zu vermeiden. Wie oben erläutert, scheint den Verkehrsinfrastrukturinvestitionen bei einer erfolgreichen Entkopplungsstrategie – zumindest vorerst –eher eine untergeordnete Rolle zuzukommen.

3. Ansätze zur Untersuchung der Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in Deutschland

3.1 Einleitung

Für die Untersuchung der Effekte einer Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in Deutschland werden im Rahmen dieses Gutachtens drei Ansätze gewählt. Dies hat mehrere Gründe. Zum einen ist keine der Methoden, für sich allein genommen, geeignet, alle zu klärenden Fragen zu adressieren, so dass allein aus diesem Grund schon mehrere Methoden zur Anwendung kommen müssen. So bieten Simulationsmodelle eine gute Vergleichsplattform, anhand derer verschiedene Verwendungsmöglichkeiten verglichen werden können, um die Frage nach den Opportunitätskosten zu untersuchen. Für eine empirische Analyse der gesamtwirtschaftlichen Effekte, die empirische Evidenz bereiten soll, sind dagegen Schätzmethoden sehr viel geeigneter. Aber auch innerhalb der ökonometrischen Schätzmethoden gibt es verschiedene Methoden, die Stärken und Schwächen haben. Diese gilt es zu beachten. Die Literaturübersicht des vorherigen Abschnitts zeigt überdeutlich, dass die Wahl der Methode einen nicht vernachlässigbaren Einfluss auf die Ergebnisse haben kann. Um möglichst verlässliche Aussagen über die gesamtwirtschaftlichen Effekte von öffentlichen Verkehrsinfrastrukturinvestitionen zu erhalten, erscheint es daher geboten, dort wo es möglich ist, auch unterschiedliche Methoden zur Beantwortung der gleichen Fragestellung zu verwenden, um für Deutschland die genaue Bandbreite der zu erwartenden Effekte bestimmen zu können.

In den folgenden Abschnitten werden die verwendeten Methoden kurz dargestellt und ihre Vor- und Nachteile miteinander verglichen. Dort wird deutlich, dass die Methoden zwar einige Gemeinsamkeiten aufweisen, aber auch deutliche Unterschiede bestehen.

3.2 Die verwendeten Methoden

3.2.1 VAR-Modelle auf gesamtstaatlicher Ebene

In den vergangenen Jahren sind vektorautoregressive (VAR-) Modelle zu einem Standardinstrument der empirischen Analyse in der Ökonomik geworden. Die Grundidee dieses Ansatzes ist, ökonomische Zusammenhänge zwischen Variablen, wie den Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur und dem Bruttoinlandsprodukt (BIP) nicht aus der ökonomischen Theorie vorzugeben, da dies die empirische Analyse ein Stück weit beschränkt. So ist nicht von Vornherein klar, ob die Verkehrsinfrastrukturinvestitionen das Bruttoinlandsprodukt erhöhen oder umgekehrt, die Investitionen steigen, weil das Wachstumsumfeld gerade günstig ist. Diesem sog. Identifikations- bzw. Endogenitätsproblem wird in den VAR-Modellen begeg-

net, indem man – um in diesem Beispiel zu bleiben – die Veränderung des Bruttoinlandsproduktes auf die Verkehrsinfrastrukturinvestitionen und die Veränderung des Bruttoinlandsproduktes der Vorperioden regressiert. Die nicht unproblematische Identifikationsannahme ist dabei, dass die Investitionen des Vorjahres nicht durch die Veränderung des BIP in diesem Jahr beeinflusst werden. Das Identifikationsproblem wird also durch die Annahme versucht zu lösen, dass von dem zeitlichen Verlauf der Veränderung einer Variablen auf deren ursächliche Wirkung auf andere Variablen in den nachfolgenden Perioden geschlossen werden kann. Gleichzeitig wird aber äquivalent in einer zweiten Gleichung die Veränderung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf die Veränderung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen und des Bruttoinlandsproduktes der Vorperioden regressiert. Die zeitliche Abhängigkeit der Variablen von früheren Jahren, also wie viele Vorjahre in die Untersuchung mit ein bezogen werden müssen, wird dabei zunächst aus den Daten ermittelt. Dadurch hofft man Verzerrungen der Ergebnisse aufgrund von wechselseitiger Beeinflussung (Endogenitätsproblem) von Variablen vermindern zu können. In VAR-Modellen gibt es daher im Gegensatz zu den meisten anderen Ansätzen nicht eine zu erklärende Variable, die durch verschiedene andere Variablen erklärt wird, sondern alle Variablen erklären sich gegenseitig in einem System von Gleichungen (Sims 1980; Schweinberger 2004).

In diesen VAR-Modellen lässt sich problemlos berücksichtigen, dass viele ökonomische Zeitreihen, wie das Bruttoinlandsprodukt, einen Trend aufweisen. Eine Nichtbeachtung dieser Trends führt zu irreführenden Ergebnissen (Kennedy 2008: 296). Deshalb werden die Variablen so transformiert, dass sie stationär sind, d.h. um einen Mittelwert schwanken. Die Transformation von Größen in ihre Veränderungsraten bewirkt in den meisten Fällen die Eigenschaft dieser Stationarität; in manchen Fällen muss aber auch noch einmal die Veränderung dieser Veränderungsrate gebildet werden.

Allerdings lässt sich zeigen, dass dadurch Informationen aus den Zeitreihen verloren gehen. Aus diesem Grund werden in diesem Gutachten sog. kointegrierte VAR-Modelle verwendet (Engle und Granger 1987). Eine Kointegrationsbeziehung zwischen zwei Variablen liegt dann vor, wenn die Differenz aus diesen beiden Variablen stationär ist. Liegt eine solche Kointegrationsbeziehung vor, lässt sich dieser Zusammenhang als Langfristbeziehung interpretieren. Da in diesem Gutachten auch die langfristigen Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen von Interesse sind, bieten kointegrierte VAR-Modelle einen einheitlichen Ansatz, um kurz- und langfristige Effekte empirisch zu schätzen.

Da in VAR-Modellen als erklärende Variablen alle Variablen des Modells mit verschiedenen zeitlichen Verzögerungen stehen, sind die Fehlerterme aller gegenwär-

tigen und aller verzögerten Variablen mit einander korreliert (Autokorrelation). Eine Folge ist, dass die Koeffizienten der Schätzgleichungen nicht interpretiert werden können. Um die Wirkungszusammenhänge der Variablen zu ermitteln, ist es daher üblich, sog. Impuls-Antwort-Folgen zu berechnen. Dazu wird eine Variable des Modells „gestört" und mit Hilfe der Gleichungen des Modells wird dann berechnet, wie die Variablen auf diesen Schock reagieren. Wir „stören" zum Beispiel die Variable Verkehrsinvestitionen, indem wir diese um 1% steigen lassen, und simulieren die daraus resultierenden Effekte. Auf diese Weise lassen sich sowohl die kurzfristigen als auch die langfristigen Effekte einer solchen Politik berechnen.

Allerdings ist auch diese Vorgehensweise mit Nachteilen verbunden. Diese liegen zum einen darin, dass nur eine geringe Zahl an Variablen gleichzeitig in ein VAR-Modell aufgenommen werden kann. Da man jede Variable auf die Verzögerungen aller anderen Variablen des Modells regressiert, nimmt die Zahl der zu schätzenden Koeffizienten sehr schnell mit der Zahl der Variablen zu. Die Obergrenze für die Zahl der schätzbaren Koeffizienten wird durch die Zahl der Beobachtungen festgelegt. Da die Zeitreihen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen 1970 beginnen, ist es kaum möglich, mehr als vier bis fünf Variablen in das Modell aufzunehmen. Die Wahrscheinlichkeit, dass man eine wichtige Variable nicht berücksichtigt (omitted variable bias) und so die Bedeutung einer Variablen des Modells möglicherweise überschätzt wird, ist daher relativ groß. Kritiker der VAR-Modelle beanstanden daher gerade die fehlende theoretische Fundierung, so dass aus deren Sicht die VAR-Untersuchungen lediglich qualitativ hochwertig statistische Zusammenhänge schätzen können, ohne wirklich kausale Effekte zu ermitteln.

Der zweite Nachteil der VAR-Modelle liegt darin, dass Annahmen über die kausalen Zusammenhänge der verwendeten Variablen getroffen werden müssen, um die Ergebnisse ökonomisch Interpretieren zu können. Dieser Schritt ist für die Berechnung der Impuls-Antwort-Folgen notwendig. Da es in der makroökonomischen Theorie nur wenige unumstrittene Ursache-Wirkungsbeziehungen gibt, besteht auch in dem VAR-Ansatz die Gefahr der Fehlspezifikation. Damit geht der vermeintliche Vorteil der VAR-Modelle gegenüber traditionellen Strukturmodellen, wie dem RWI-Konjunkturmodell, wieder ein Stück weit verloren.

3.2.2 Panel-Modelle auf Ebene der Bundesländer

Panelanalysen versuchen die Vorteile von Zeitreihen- und Querschnittsanalysen zu vereinen und deren Nachteile damit zu überwinden. Während bei reinen Zeitreihenanalysen nur Informationen eines Landes über die Zeit ausgewertet werden, so werden bei Querschnittsanalysen nur Informationen über viele „Beobachtungseinheiten" (bei uns z.B. die Länder) innerhalb eines einzelnen Jahres untersucht. Während Querschnittanalysen uns Informationen über etwaige Langfristeffekte bereit-

stellen, erzielen traditionelle reine Zeitreihenanalysen Erkenntnisse über Kurzfristeffekte (Kennedy 2008: 287); moderne VAR-Analysen, wie wir sie verwenden, erlauben allerdings in einem Fehlerkorrekturmodell kurz- und langfristige Effekte einzeln zu ermitteln. Paneldaten dagegen verfügen über Informationen verschiedener Länder über mehrere Jahre. In einem Länderpanel werden somit parallel von mehreren Beobachtungseinheiten (z.B. Ländern) Zeitreihen erfasst, so dass viel mehr Informationen genutzt werden können. Gerade durch die in jüngerer Zeit immer beliebter gewordenen dynamischen Panelmodelle lassen sich somit dynamische Effekte (Kurz- versus Langfristeffekt) mit Daten über kürzere Zeitspannen ermitteln (Kennedy 2008: 282); allerdings sind dynamische Panelmodelle nicht unumstritten. In unserem Gutachten verwenden wir, anders als bei der VAR-Analyse, nicht nur eine Zeitreihe auf gesamtwirtschaftlicher Ebene, sondern parallel alle 16 Zeitreihen der deutschen Bundesländer. Aufgrund des höheren Informationsgehalts (Querschnittsinformationen) von Paneldaten sollte es ausreichen, den vergleichsweise kurzen Zeitraum seit der Wiedervereinigung zu nutzen, um die kurz- und langfristigen Effekte zu ermitteln.

Der Vorteil einer solchen Paneldaten-Analyse ist also, dass innerhalb unseres Gutachtens für jedes Jahr nicht nur eine Investitionstätigkeit – die des Gesamtstaates oder des Bundes – ausgewertet werden kann (Zeitreihenanalyse), sondern die aller 16 Bundesländer. Dies erlaubt, nicht nur die Variation über die Zeit in den Daten auszuwerten, sondern gleichzeitig auch die Variation zwischen den Bundesländern. Dies erhöht den Informationsgehalt der Daten pro Jahr und damit – zumindest im Prinzip – die „Effizienz" der Schätzer, also im weitesten Sinne die „Präzision" (Bauer et al. 2009: 47, 75; Kennedy 2008: 281-282).

Da die Bundesländer bei bestimmten Charakteristika sehr unterschiedlich sind, man denke nur an die Unterschiede zwischen Flächenländern und Stadtstaaten, kann es bei Nicht-Berücksichtigung dieser Heterogenität wegen des Weglassens einer wesentlichen erklärenden Variablen zu einer Verzerrung der Schätzergebnisse kommen (sog. omitted variable bias), d.h., die geschätzte Elastizität ist im Vergleich zur wahren Elastizität zu hoch oder zu niedrig (Kennedy 2008: 282). Des Weiteren wird bei der Nutzung von Paneldaten die Wahrscheinlichkeit von sog. Kollinearitäten, die die Varianz der Fehler deutlich erhöhen (Kennedy 2008: 193), verringert (Bauer et al. 2009: 347), da die Unterschiedlichkeit der Bundesländer diesen Effekt ein Stück weit neutralisiert.

Wie wir unten sehen werden, hat diese Beachtung von regionalen Unterschieden innerhalb der Zeitreihen von Deutschland aber auch einen Preis: da man die Effekte der Verkehrsinfrastruktur nur innerhalb der Daten eines Bundeslandes sucht, werden alle die Effekte, die Investitionen in anderen Ländern bewirken (Spillovers),

nicht erfasst, und es kommt zu der Gefahr einer Unterschätzung der Effekte, die bei einer reinen Zeitreihenanalyse auf gesamtstaatlicher Ebene nicht besteht. Des Weiteren besteht bei Paneldaten von Ländern im Gegensatz zu Zeitreihen die Gefahr, dass es Wechselwirkungen zwischen den Ländern kommt und so die Fehlerterme der einzelnen Länder miteinander korreliert (räumliche Autokorrelation), was wieder zu Verzerrungen der Fehlerangaben der Schätzergebnisse führt, so dass hierfür kontrolliert werden muss, wenn die wechselseitigen Beziehungen zwischen den Beobachtungseinheiten als relevant erachtet werden.

Ein weiterer wesentlicher Punkt ist die implizite Annahme bei Paneluntersuchungen, dass die einzelnen Beobachtungseinheiten eine hinreichende Autonomie bei ihren Entscheidungen haben. Bei einer Bundeslanduntersuchung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen müssen die Länder also über ausreichenden eigenen Entscheidungsspieltraum bezüglich der Investitionsvolumina verfügen, was in Deutschland aber der Fall sein sollte.

Ein klarer Unterschied zu den VAR-Modellen besteht darin, dass normalerweise Panelmodelle bewusst theoriefundiert sind und deshalb eine klare Trennung zwischen den erklärenden und der zu erklärenden Variablen besteht. Im Allgemeinen wird im Gegensatz zu VAR-Modellen keine größere Anzahl an erklärenden Variablen aus Vorjahren mit einbezogen. Zwar wird in dynamischen Panelmodellen die Vorjahresgröße der zu erklärenden Variablen aufgenommen, weitere Vorjahre oder Vorjahreswerte der erklärenden Variablen werden aber nur in einzelnen aus der Theorie begründeten Fällen aufgenommen.

3.2.3 Das RWI-Konjunkturmodell

Das RWI-Konjunkturmodell ist ein traditionelles Strukturmodell mittlerer Größenordnung und kann durch ein Mittelfristmodul erweitert werden. Im Unterschied zum VAR-Modell werden die Wirkungszusammenhänge zwischen den Variablen stärker aus der ökonomischen Theorie abgeleitet. In der Regel wird eine Variable des Modells durch zwei oder drei andere Variablen erklärt und die entsprechenden Zusammenhänge dieser Variablen (deren Koeffizienten) Gleichung für Gleichung geschätzt. Aus diesem Grund ist es möglich, mehr Gleichungen in das Simulationsmodell aufzunehmen, als dies im VAR-Modell möglich ist.

Auf diese Weise werden im RWI-Konjunkturmodell die Nachfrage, die Preise, die Verteilung und die Entstehung des Bruttoinlandsproduktes sowie die Staatsaktivität in jeweils 5 bis 15 Gleichungen abgebildet. Dieser Teil des Modells umfasst etwa 40 Verhaltens- und rund 90 Definitionsgleichungen. Die Angebotsseite wird durch eine Produktionsfunktion abgebildet (Mittelfristmodul). Diese erklärt das potenzielle Produktionsniveau durch die Einsatzfaktoren Arbeit, Kapital und technischer Fortschritt.

Da das Produktionspotenzial jenem Produktionsniveau entspricht, das bei einer normalen Kapazitätsauslastung erreicht wird, beträgt die Kapazitätsauslastung bei diesem Konzept im langjährigen Durchschnitt 100 %. Dies impliziert, dass die Wachstumsrate des tatsächlichen Bruttoinlandsprodukts, abhängig von der jeweiligen konjunkturellen Situation, in einzelnen Jahren über oder unter jener des Produktionspotenzials liegt (sog. Produktionslücke).

Im Rahmen dieses Modells ergibt sich die Anpassung der tatsächlichen Wirtschaftsentwicklung an das Produktionspotenzial aus dem Zusammenspiel von angebots- und nachfrageseitigen Faktoren. So geht die Kapazitätsauslastung, d.h. das Verhältnis zwischen dem tatsächlichen Bruttoinlandsprodukt und dem Produktionspotenzial, in die Preisgleichung ein. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass z.B. eine Überauslastung der Produktionskapazitäten über steigende Preise und damit einer Dämpfung der Nachfrage zu einem Schließen der Produktionslücke im Verlauf des mittelfristigen Prognosezeitraums führt. Zusätzlich hat die Kapazitätsauslastung einen negativen Effekt auf die Exporte. Ein Sinken der Kapazitätsauslastung führt also zu einer zunehmenden Exporttätigkeit und umgekehrt. Ein weiterer wichtiger Faktor, der zu einer Annäherung der tatsächlichen an die potenzielle Produktion führt, ist das Verhältnis von tatsächlicher und inflationsneutraler Arbeitslosigkeit (NAIRU). Liegt die tatsächliche Arbeitslosenquote über der NAIRU, erzeugt dies einen dämpfenden Effekt auf die Lohnentwicklung, der wiederum auf die Preise durchwirkt.

Durch die relativ detaillierte Abbildung der deutschen Wirtschaft im Rahmen des Modells ist es möglich, die Wirkungskanäle einer Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen abzubilden und auf ihre Plausibilität zu überprüfen. Zudem ist es möglich, in einem vergleichbaren Rahmen die Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen mit den Wirkungen alternativer Verwendungen zu vergleichen.

Die Schwäche des Ansatzes besteht darin, dass die Ergebnisse nur in dem Maße die Realität widerspiegeln, in dem das Modell die realen Ursache-Wirkungsbeziehungen korrekt wiedergeben. Durch die genauere Modellierung der deutschen Wirtschaft kommt man zwar der Realität ein Stück näher. Gleichzeitig steigt aber auch das Risiko, dass man Ursache-Wirkungsbeziehungen falsch identifiziert (Barabas et al. 2008). Dies ist die zentrale Kritik an den Strukturmodellen, die zu der heutigen Bedeutung der VAR-Modelle geführt hat. Gerade aber zusammen mit Ergebnissen anderer Ansätze können die traditionellen Strukturmodelle, wie das RWI-Konjunkturmodell, einen Beitrag zur Quantifizierung der gesamtwirtschaftlichen Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen liefern. Im Rahmen unserer Studie hat das RWI-Konjunkturmodell auch den Nachteil, dass es als Konjunkturmodell für Analysen von kurz- bis mittelfristigen Entwicklungen gedacht ist,

also langfristige Effekte, wie sie die Verkehrsinfrastruktur bewirken sollte, nicht gut abbilden kann.

3.3 Vor- und Nachteile der verwendeten Methoden: Ein Vergleich

Wie aufgezeigt worden ist, haben alle drei Methoden ihre Stärken, aber eben auch ihre Schwächen, die bei isolierter Betrachtung leicht zu falschen Rückschlüssen führen könnten. Im Folgenden sollen diese diskutiert und die daraus folgende Wahl der Methoden und des grundlegenden Studiendesigns hergeleitet werden.

3.3.1 Ökonometrische und methodische Aspekte

Werden die Effekte der Verkehrsinfrastruktur ausschließlich auf Basis von Strukturmodellen simuliert, so besteht die Gefahr, dass die ermittelten Effekte aufgrund von fehlerhaften Strukturgleichungen des Modells von vornherein wenig realistisch sind. Insofern kann man mit diesen Simulationsmodellen viele Berechnungen anstellen, der Wert der Ergebnisse misst sich aber immer an der Validität der zugrunde liegenden Modellierung selbst. Da diese Modelle oft stärker nachfrage- oder angebotsorientiert sind, können die Ergebnisse auch in die eine oder andere Richtung verzerrt sein. Eindeutiger Vorteil von VAR-Analysen demgegenüber ist daher deren, im Gegensatz zu Strukturmodellen, geringe Vorherbestimmung der Ergebnisse durch theoretische Annahmen. Daher ist die Quantifizierung der Effekte von Verkehrsinvestitionen mittels VAR-Schätzungen sehr viel überzeugender.

Das RWI-Konjunkturmodell entwickelte sich zwar nachfrageorientiert, es bildet aber durch das Mittelfristmodul auch gleichermaßen angebotsorientiert die Langfristbeziehungen ab. Klarer Vorteil des RWI-Modells ist, dass es bei Vergleichen zwischen verschiedenen Politiken – z.B. Verkehrsinfrastrukturinvestitionen versus Krankenkassenbeitragssenkungen - im Vergleich zu Regressionsanalysen mittels VAR- oder Panelmodellen - ein fixiertes Basismodell bereitstellt. Auf Basis dieses vorgegebenen Grundmodells sind leicht Vergleiche von alternativen Politikmaßnahmen möglich. Von daher werden diese Vergleiche sinnvollerweise mit dem RWI-Simulationsmodell untersucht.

Da bei VAR-Analysen für jede aufgenommene Variable eine eigene Gleichung geschätzt wird, können, wie oben beschrieben, bei diesen Modellen nicht viele erklärende Variablen aufgenommen werden. Zwar werden etwaige Endogenitäts- und andere Identifikationsprobleme sehr gut adressiert, aber das Problem der beschränkten Anzahl an Regressoren könnte zu verzerrten Schätzergebnissen führen. Eine Studie des Finanzwissenschaftlichen Forschungsinstituts der Universität Köln (FiFo) weist darauf hin, dass bei Einbeziehung weiterer Faktoren spätere Studien zu den Effekten von Infrastrukturinvestitionen im Vergleich zu älteren Zeitreihenanalysen niedrigere Elastizitäten von Verkehrsinvestitionen fanden (FiFo 2006: 33). Insofern könnten unsere VAR-Analysen die Elastizitäten überschätzen. Allerdings war

die am meisten genannte ältere Studie von Aschauer (1989), in der Aschauer sehr starke Effekte von Infrastruktur beziffert, keine VAR-Analyse. Tatom (1991) zeigt, dass Aschauer, anders als bei unseren VAR-Analysen, das ökonometrische Problem der Nicht-Stationarität vernachlässigt hatte.[6] Eine Kritik an Studien wie der von Aschauer war aber auch, dass ein zu hoher Aggregationsgrad verwendet wird und eher regionale Paneldaten verwendet werden sollten (Stephan 2001: 3). Daher ist es auf jeden Fall angeraten, auch Paneldaten auszuwerten. Hier können mehr erklärende Variablen aufgenommen werden und verschiedene schon sehr ausgereifte, alternative Schätzmethoden als Robustheitsüberprüfung berechnet werden. Diese Analyse unternehmen wir in Kapitel 4.

3.3.2 Spillovers – Regionale versus nationale Effekte

Neben den Vorteilen einer Panelanalyse existieren bei Anwendung dieser Methode aber auch Probleme. Denn der Nachteil der Betrachtung auf Bundesländerebene im Vergleich zu den VAR-Analysen ist, wie oben beschrieben, dass nicht alle Effekte von Verkehrsinvestitionen in Deutschland genau erfasst werden. Misst man den Effekt der Investitionen eines Landes ausschließlich bei den Variablen des betreffenden Landes, so fehlen die Effekte der Investitionen, die diese in anderen Bundesländern erzeugen (Munnell 1993: 32; Stephan 1997: 4; FiFo 2006: 34-35). Bei der Verkehrsinfrastruktur ist es aber plausibel anzunehmen, dass eine verbesserte Infrastruktur in einem Land auch das Wachstum und die Beschäftigung in anderen, vor allem in den benachbarten Bundesländern, positiv beeinflusst (Spillovers). Die ausgewiesenen geschätzten Effekte beschränken sich also auf die Effekte auf das investierende Bundesland. Die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen in Deutschland würden also unterschätzt. Allerdings könnte im Wettbewerb von Regionen es durchaus auch vorkommen, dass gewisse regionale Verkehrsinvestitionen regionale wirtschaftliche Erfolge erbringt, diese aber auf Kosten benachbarter Regionen geht. In diesem Falle kommt es zu negativen Spillovers, so dass bei Vernachlässigung dieser negativen Effekte „von außen“ die gesamtwirtschaftlichen Effekte möglicherweise überschätzt würden. Um die gesamtwirtschaftlichen Effekte der Investitionen besser zu messen, muss innerhalb der Panel-Analyse deshalb zusätzlich für diese räumlichen Interaktionen der Länder kontrolliert werden.[7]

Somit wird klar, dass eine Untersuchung der Wachstums- und Beschäftigungswirkungen von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen, die innerhalb einer Politikberatung

[6] *Tatom verwendete deshalb erste Differenzen, um Aschauers Daten in stationäre Daten umzuwandeln. Zusätzlich nahm er eine Energiepreisvariable auf und fand keinerlei Evidenz mehr dafür, dass Infrastruktur wachstumsfördernd ist. Auch Gramlich (1994) zweifelte das Ausmaß der Effekte bei Aschauer als unglaubwürdig hoch an.*

[7] *Selbst bei unserer Zeitreihenanalyse auf gesamtwirtschaftlicher Ebene werden die positiven Effekte deutscher Investitionen für ausländische Volkswirtschaften noch ausgeblendet.*

praxistaugliche belastbare Ergebnisse erarbeiten will, möglichst die in diesem Abschnitt diskutierten Probleme lösen muss. Diese Aufgabenstellung wird erst durch die Verwendung der drei von uns verwendeten Methoden gelöst. Insofern ist die aufwendige Untersuchung mit drei Methoden notwendig und sinnvoll. Sie erfordert allerdings, dass am Ende des Gutachtens die verschiedenen Ergebnisse der drei Methoden auch wieder zu einem Gesamtbild verschmolzen werden. Dies wird in Kapitel 8 geleistet.

4. Empirische Analyse der Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf gesamtstaatlicher Ebene

4.1 Einleitung

In diesem Abschnitt werden die Wachstums- und Beschäftigungseffekte der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen mit Hilfe von vektorautoregressiven Modellen (VAR-Modellen) untersucht. Dabei werden folgende Fragen untersucht:

1. Wie groß sind die Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf das Bruttoinlandsprodukt und die Beschäftigung?
2. Hat sich die Größe der Effekte im Zeitablauf verändert?
3. Wie groß sind die jeweiligen gesamtwirtschaftlichen Effekte für Investitionen in Schiene und Straße?
4. Ergeben sich unterschiedliche Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf das Produzierende Gewerbe und den Dienstleistungssektor?

Da – wie bereits dargestellt – in den hier verwendeten Zeitreihenmodellen nicht viele Variablen berücksichtigt werden können, wurden jeweils vier Variablen in ein Modell aufgenommen. Die in diesem Abschnitt erzielten quantitativen Ergebnisse sind somit nur als eine erste Annäherung einzuordnen und nicht verlässlich. Da aber VAR-Modelle in mehreren Studien zur Quantifizierung der Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen eingesetzt wurden, können die Ergebnisse dieses Abschnitts mit denen anderer Studien und den Ergebnissen der nachfolgenden Abschnitte verglichen werden.

Die Datengrundlage für dieses Kapitel stammt aus den Veröffentlichungen des Statistischen Bundesamts und aus dem vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung herausgegebenen Werk „Verkehr in Zahlen“ (BMVBS 2008a). Letzteres betrifft die Zeitreihe „Bruttoanlageinvestitionen in die Verkehrsinfrastruktur (insgesamt, zu Preisen von 2000)“. Diese Gesamtbruttoanlageinvestitionen wurden auch tiefer untergliedert genutzt. Dazu gehören die Zeitreihen „Straßen und Brücken (zu Preisen von 2000), Bundesfernstraßen (zu Preisen von 2000)“ und „Eisenbahn, S-Bahn (zu Preisen von 2000)“. Das „BIP (verkette Volumenangabe)“, die „privaten Bruttoanlageinvestitionen (verkette Volumenangabe; Gesamtbruttoanlageinvestitionen abzüglich der Bruttoanlageinvestitionen des Staates)“, das „Arbeitsvolumen (geleistete Arbeitsstunden der Erwerbstätigen in Mill Stunden)“, die Bruttowertschöpfung des „Produzierenden Gewerbes ohne Baugewerbe (verkette Volumenangabe)“ und des „Handels, Gastgewerbes und Verkehrs (verkette Volumenangabe)“ entstammen alle der Fachserie 18 des Statistischen Bundesamts. Um

lange Zeitreihen zu erhalten, die den Strukturbruch der Wiedervereinigung nicht mehr enthalten, werden die einzelnen Variablen vor 1991 mit den Wachstumsraten für Westdeutschland rückverkettet (Sachverständigenrat 2005).

Die Daten lagen zum Teil von 1950 bis 2007 vor, allerdings wurden die Berechnungen mit 1970 beginnend durchgeführt, da einige Variablen erst ab 1970 vorlagen. Desweiteren wurden alle Zeitreihen zur weiteren Nutzung logarithmiert.

4.2 Wachstums- und Beschäftigungseffekte der Verkehrsinvestitionen insgesamt

Zunächst werden die Wachstums- und Beschäftigungseffekte für Gesamtdeutschland analysiert. Dabei werden die Zusammenhänge zwischen den Bruttoanlageninvestitionen für Verkehrsinfrastruktur, den privaten Bruttoanlageinvestitionen, dem Bruttoinlandsprodukt (BIP) und dem Arbeitsvolumen näher untersucht. Die Verkehrsinfrastrukturinvestitionen, das BIP und die Beschäftigungsvariable wurden als die zentralen Größen für die Fragestellung dieses Gutachtens in das Modell aufgenommen. Die privaten Investitionen wurden berücksichtigt, da sie eine zentrale Größe insbesondere für die langfristigen Effekte der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen darstellen. Sollte sich zeigen, dass die Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur private Investitionen induzieren, dürften die Langfristeffekte deutlich höher ausfallen.

Da die entsprechenden Tests auf eine Kointegrationsbeziehung zwischen diesen Variablen hinweisen, wurde das VAR-Modell in Fehlerkorrekturform geschätzt. Der Schätzansatz für die hier gewählte Fragestellung beinhaltet eine *lag*-Länge von zwei *lags* und zwei Kointegrationsbeziehungen.[8] Die Ergebnisse werden zunächst mit Hilfe von Impuls-Antwort-Funktionen graphisch veranschaulicht. Dabei stellt eine Impuls-Antwort-Funktion dar, wie eine Variable des Modells, z.B. das BIP, im Zeitablauf auf einen Schock der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen reagiert. Da die hier verwendeten VAR-Modelle in Vorjahresraten geschätzt wurden, wird also dargestellt, ob die Wachstumsrate, z.B. des BIP, durch einen verstärkten Zuwachs der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen steigt oder sinkt. Auf der horizontalen Achse werden die Jahre (beginnend mit 0, dem Jahr der Erhöhung der Investitionen) abgetragen. Das Jahr 1 repräsentiert dann das erste Jahr nach der Erhöhung usw.

Empirische Evidenz für einen Effekt der Verkehrsinvestitionen finden wir immer dann, wenn in einem Jahr das Konfidenzband (d.h. der Raum zwischen den gestrichelten Kurven) um die Impuls-Antwortfolge (mittlere, nicht-gestrichelte Kurve) komplett über oder unter der Null-Linie verläuft. Denn das Konfidenzband überdeckt den zu schätzenden tatsächlichen Wert mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %. Liegt es somit über oder unter der Nulllinie, so kann man bei einer

[8] *Nähere Erläuterungen zu den einzelnen Modellen sind im Anhang zu finden.*

Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% davon ausgehen, dass in diesem Jahr die Mehrinvestitionen einen (statistisch signifikanten) Effekt auf die betrachtete Variable hatten. Der betrachtete Impuls ist immer eine Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinvestitionen um 1 Prozentpunkt, Auf der Ordinate wird der quantitative Effekt auf die beobachtete Variable in Prozentpunkten abgebildet. Ein Wert von 0,5 bedeutet also, dass eine Erhöhung der Wachstumsrate der Investitionen um 1 Punktpunkt zu einer Erhöhung der Wachstumsrate der betrachteten Variable (z.B. das BIP) um 0,5 Prozentpunkte führt.

Die Impuls-Antwort-Funktionen zeigen für eine Erhöhung der Wachstumsrate der gesamten Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um ein Prozentpunkt bei wichtigen makroökonomischen Variablen statistisch signifikante Effekte (vgl. Schaubilder 4.1 bis 4.12).

Wie in Schaubild 4.1 verdeutlicht, steigt die Wachstumsrate des BIP nach einem Impuls bei den öffentlichen Verkehrsinfrastrukturinvestitionen zunächst deutlich an. Der Effekt ist aus statistischer Sicht allerdings nur in dem Jahr der Investition und in dem darauf folgenden Jahr schwach signifikant. Ein stärkerer Effekt zeigt sich bei den privaten Investitionen (Schaubild 4.2). Hier ist der Effekt in den ersten beiden Jahren deutlich und in dem zweiten Jahr schwach signifikant.

Schaubild 4.1

Effekte für Gesamtdeutschland: Veränderung der Wachstumsrate der BIP-Wachstumsrate (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1 Prozentpunkt

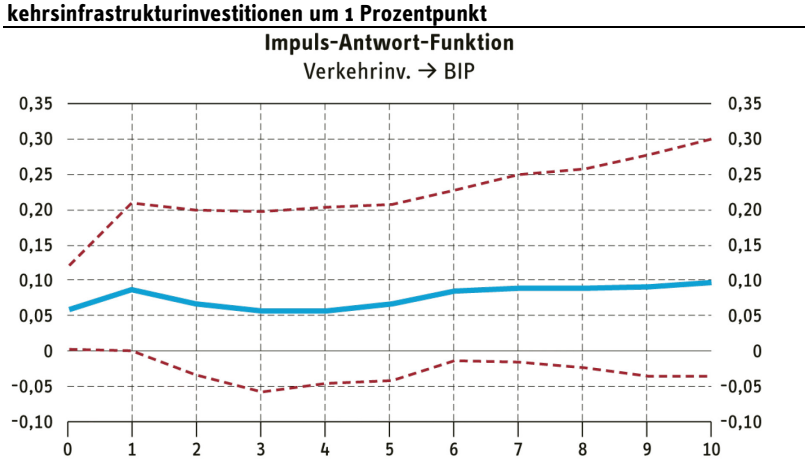


Schaubild 4.2

Effekte für Gesamtdeutschland: Veränderung der Wachstumsrate der privaten Investitionen (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1 Prozentpunkt

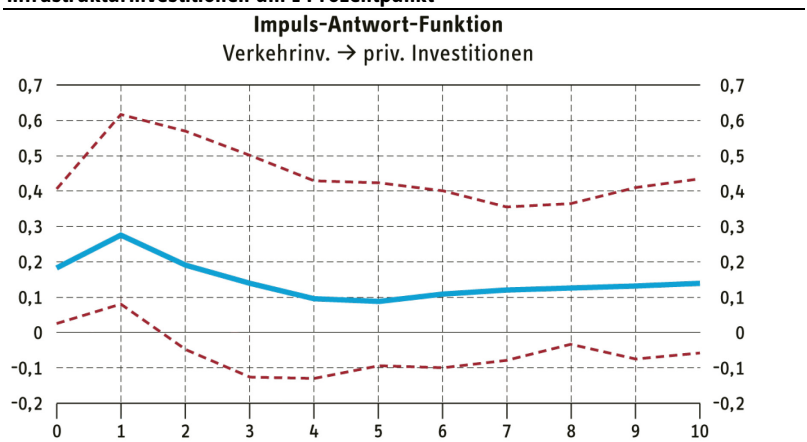
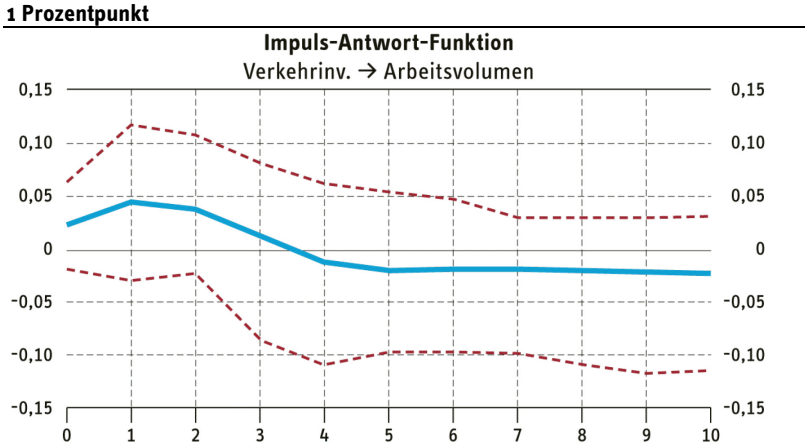


Schaubild 4.3

Effekte für Gesamtdeutschland: Veränderung der Wachstumsrate des Arbeitsvolumens (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1 Prozentpunkt



Für das Arbeitsvolumen finden wir keine statistisch signifikanten Effekte (Schaubild 4.3).

Die Impuls-Antwort-Funktionen für Gesamtdeutschland zeigen somit, dass in dem Zeitraum von 1973 bis 2007 eine Ausweitung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen mit einem positiven Wachstumseffekt einherging. Außerdem weisen die Ergebnisse darauf hin, dass durch die Ausweitung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen zusätzliche private Investitionen begünstigt werden und somit ein weiterer Wachstumseffekt generiert wird (crowding-in).

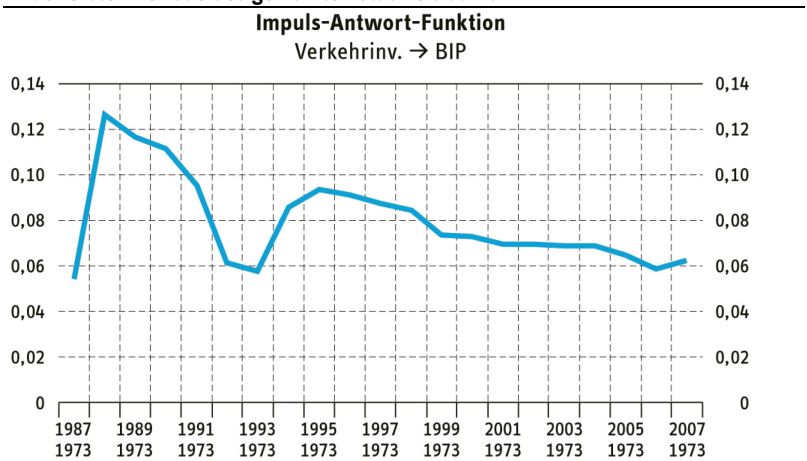
Die bisherigen Ergebnisse geben die durchschnittlichen Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen über den gesamten Zeitraum von 1973 bis 2007 an. Allerdings zeigen empirische Studien (Jong-A-Pin und de Haan 2008), dass der Effekt in anderen Ländern über die Jahre abgenommen hat. Denn da der gesamte Bestand an Verkehrsinfrastruktur zugenommen hat, ist zu erwarten, dass die gesamtwirtschaftlichen Effekte einer zusätzlichen Investition im Zeitverlauf geringer geworden sind.

Diese Hypothese wurde im Rahmen des VAR-Ansatzes untersucht, indem der Untersuchungszeitraum schrittweise ausgeweitet wurde (Jong-A-Pin und de Haan 2008). Beginnend mit einem Stützzeitraum von 1973 bis 1987 wird das Fehlerkorrekturmodell geschätzt und eine Impuls-Antwort-Funktion berechnet. Anschließend wird der Stützzeitraum um ein Jahr verlängert, das Modell neu geschätzt und die Impuls-Antwort-Funktion erneut berechnet. Dieser Vorgang wird solange durchgeführt bis das Jahr 2007 erreicht wird. Der Stützzeitraum ist dann wieder die Spanne von 1973 bis 2007. In diesem Fall wird das Modell nur mit drei Variablen (Bruttoanlageninvestitionen für Verkehrsinfrastruktur, private Bruttoanlageinvestitionen und BIP) berechnet, um einen Stützbereich berücksichtigen zu können, der noch vor der Wiedervereinigung endet (1973-1987). Dies erscheint uns wichtig, da nach der Wiedervereinigung die Verkehrsinfrastrukturinvestitionen besonders in den neuen Bundesländern ausgeweitet wurden. Dabei war das Wachstum in den neuen Bundesländern in dieser Phase aus verschiedenen Gründen vergleichsweise gering, so dass die Effekte der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen verzerrt sein könnten. Aufgrund der geringeren Variablenzahl ist die Vergleichbarkeit mit den bisherigen Ergebnissen eingeschränkt

Die Ergebnisse sind in Schaubild 4.4 abgetragen und deuten auf eine sinkende Tendenz der Wirkung hin. Dies ist zumindest ein Indiz für die These von einem abnehmenden Effekt. Wir sehen, dass der abgebildete Effekt in den späten 1980er und in der Mitte der 1990er Jahre am höchsten war. In der Zeit der Wiedervereinigung reduziert sich der Effekt von Verkehrsinvestitionen merklich, vermutlich aufgrund der anfänglichen Wachstumsprobleme im Übergang. Nach einer Erhöhung in

Schaubild 4.4

Effekt der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen bei unterschiedlichen Stützzeiträumen: Veränderung der BIP-Wachstumsrate (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1 Prozentpunkt, jeweils in der ersten Periode des gewählten Stützzeitraums



der Mitte der 1990er Jahre ist ein stetiges Fallen des Effektes zu beobachten. Da der zuletzt ausgewiesene Wert wieder den Durchschnitt der Jahre von 1973 bis 2007 angibt, könnte der tatsächliche Effekt einer Investition im Jahr 2007 geringer sein als dieser abgetragene Wert. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit den Ergebnissen, dass die Effektivität von Investitionen in die Infrastruktur von dem schon bestehenden Bestand und der Qualität dieses bestehenden Bestands abhängt (Romp und de Haan 2007: 33). Allerdings muss betont werden, dass die Unterschiede der Effekte in Schaubild 4.4 nicht statistisch signifikant sind.

4.3 Unterschiede bei Investitionen in das Straßen- und Schienennetz

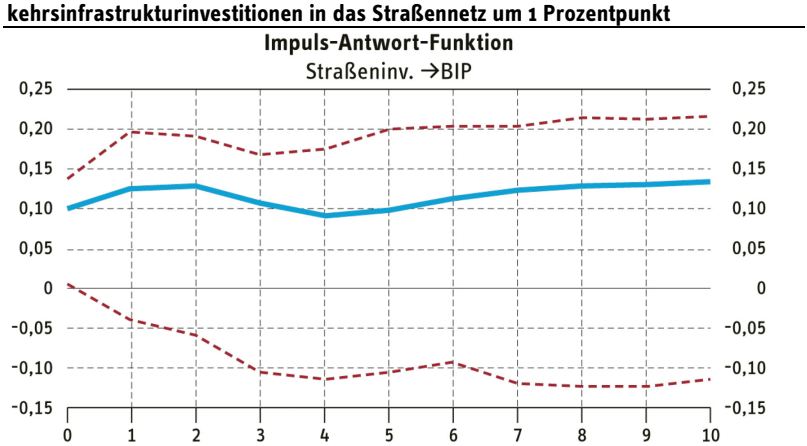
In diesem Abschnitt werden die Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen für einzelne Verkehrsträger dargestellt. Damit soll der Frage nachgegangen werden, bei welchem der Verkehrsträger die größte Wirkung resultiert und somit ein effizienter Einsatz der Mittel zu erwarten ist. Für dieses Gutachten wurden die beiden nach dem Volumen größten Bereiche verglichen: Straße und Schiene.

Theoretisch könnte man erwarten, dass bei Investitionen in das Straßennetz höhere Wachstumseffekte entstehen, da laut OECD im internationalen Durchschnitt die Nutzung der Straße für Gütertransporte durchschnittlich im Vergleich zur Schiene auf kurzen Strecken (vermutlich bei einer Distanz bis ca. 300 oder 500 km) kosteneffizienter ist als der Transport auf der Schiene; erst für längere Strecken lohnt sich

die Schiene (Stambrook 2006: 205). Deshalb könnten von Investitionen ausgelöste Verbesserungen bei Straßentransporten in Deutschland auf Grund der geographischen Größe des Landes höhere Wachstumseffekte generieren als bei der Schiene. Ein weiterer Vorteil des Straßentransports ist das viel verzweigtere Straßennetz, das viel geringere Restriktionen auferlegt: ein mit der Bahn transportiertes Gut muss letztlich meist noch auf Lkws zum Endnutzer transportiert werden. Die damit gegebenen Möglichkeiten einer flexibleren Routenplanung und einer Tür-zu-Tür-Lieferung benachteiligen die alternative Schienenoption.

Um die Frage empirisch zu untersuchen, erfolgt die Modellierung analog zu dem Modell für die gesamten Verkehrsinfrastrukturinvestitionen, nur wurden diese durch die Investitionen in Straße bzw. Schiene ersetzt. Die Modellstruktur beinhaltet für die Untersuchung des Straßenbaus eine *lag*-Länge von zwei *lags* und ebenfalls zwei Kointegrationsbeziehungen. Für den Bereich der Eisenbahn wurde ein Fehlerkorrekturmodell mit einem *lag* und einer Kointegrationsbeziehung geschätzt.

Schaubild 4.5
Effekte für Gesamtdeutschland, Verkehrsträger Straße: Veränderung der BIP-Wachstumsrate (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in das Straßennetz um 1 Prozentpunkt



Es zeigt sich, dass die Effekte bei Investitionen in den Straßenbau im Vergleich zu Investitionen in das Schienennetz höher sind. Schaubild 4.5 verdeutlicht, dass vom

Schaubild 4.6

Effekte für Gesamtdeutschland, Verkehrsträger Straße: Veränderung der Wachstumsrate der privaten Investitionen (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in das Straßennetz um 1 Prozentpunkt

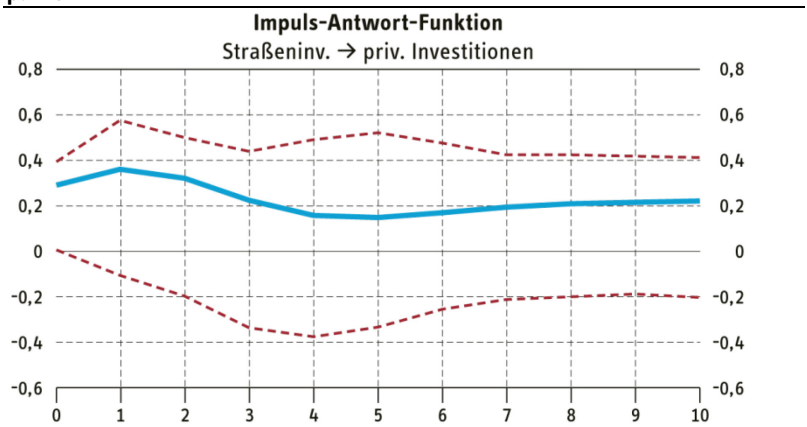
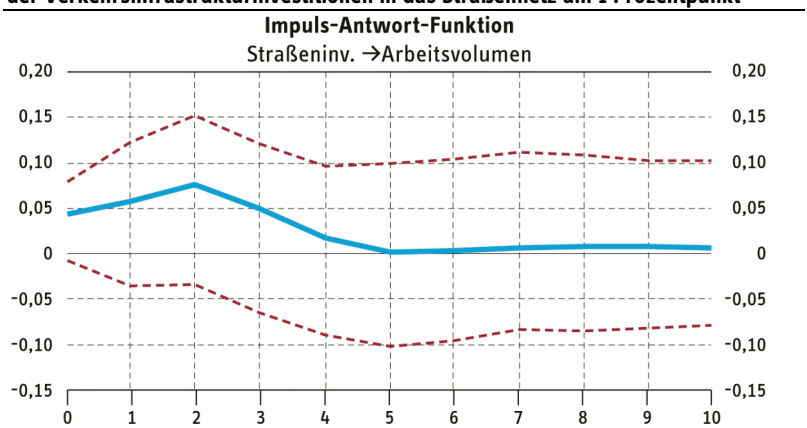


Schaubild 4.7

Effekte für Gesamtdeutschland, Verkehrsträger Straße: Veränderung der Wachstumsrate (in Prozentpunkten) des Arbeitsvolumen bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in das Straßennetz um 1 Prozentpunkt

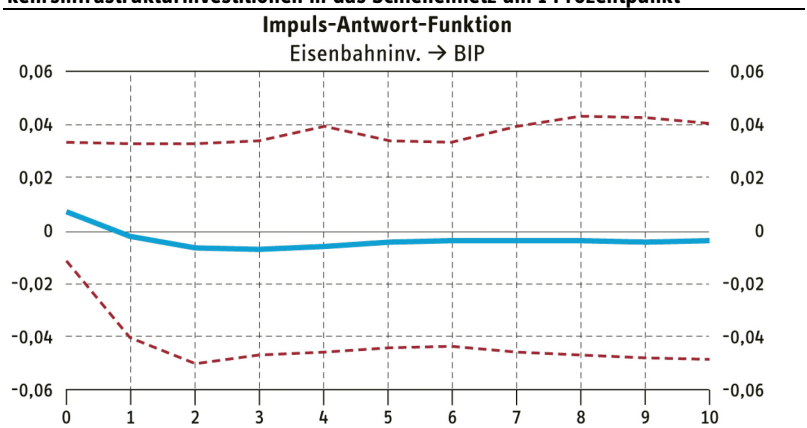


Straßenbau ein deutlich positiver Effekt für das BIP ausgeht.[9] Allerdings ist nur ein Effekt im Jahr der Investition nachzuweisen. Alle anderen geschätzten Effekte sind insignifikant. Somit ist das Ergebnis hier lediglich als Indiz für einen unmittelbaren Impuls des Straßenbaus für das Wachstum zu sehen.

Auch für die privaten Investitionen (Schaubild 4.6) zeigt sich im Jahr der Investition, wie bei den Gesamtinfrastrukturinvestitionen, ein signifikanter positiver Effekt. Alle anderen Effekte sind statistisch nicht abgesichert. Der Verlauf der Impuls-Antwort-Funktion für das Arbeitsvolumen (Schaubild 4.7) zeigt wie schon die übrigen Variablen einen ähnlichen Verlauf wie in Abschnitt 3.2. Wieder ist kein statistisch signifikanter Effekt nachzuweisen.

Die Impuls-Antwort-Funktionen für Investitionen in die Schiene weisen weder für das BIP (Schaubild 4.8), noch für die privaten Investitionen (Schaubild 4.9) oder für das Arbeitsvolumen (Schaubild 4.10) irgendeinen statistisch signifikanten Effekt aus. Dies heißt im Umkehrschluss natürlich nicht, dass Investitionen in die Schiene nachweislich keine Effekte hätten, sondern lediglich, dass diese in dieser Studie nicht nachweisbar waren.

Schaubild 4.8
Effekte für Gesamtdeutschland, Verkehrsträger Schiene: Veränderung der BIP-Wachstumsrate (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in das Schienennetz um 1 Prozentpunkt



[9] *Die Ergebnisse sind mit denen der gesamten Verkehrsinfrastruktur nicht direkt vergleichbar, da sich die Größe der Schocks deutlich unterscheiden (1% der gesamten Verkehrsinfrastruktur versus 1% des Wertes des Schienen- bzw. Straßennetzes).*

Schaubild 4.9

Effekte für Gesamtdeutschland, Verkehrsträger Schiene: Veränderung der Wachstumsrate der privaten Investitionen (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in das Schienennetz um 1 Prozentpunkt

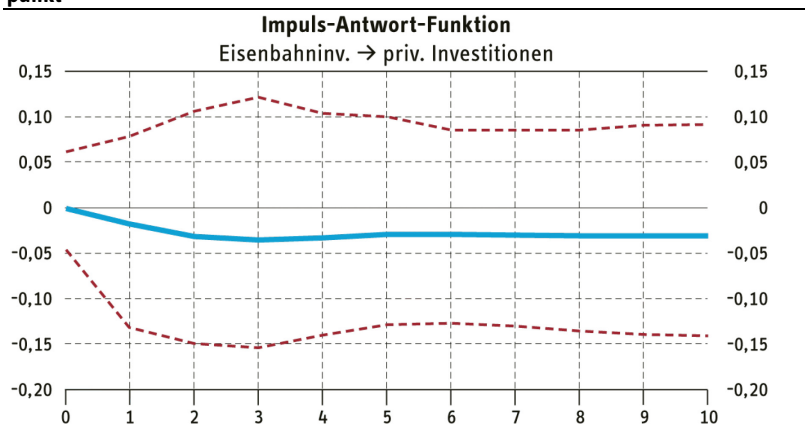
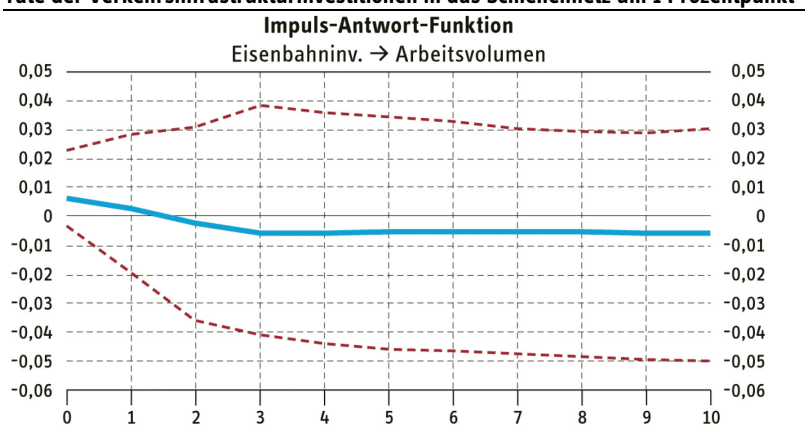


Schaubild 4.10

Effekte für Gesamtdeutschland, Verkehrsträger Schiene: Veränderung der Wachstumsrate des Arbeitsvolumens (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in das Schienennetz um 1 Prozentpunkt



Die Ergebnisse des Vergleichs einer Investition in Höhe von 1 Mrd. € in das Straßennetz und in das Schienennetz sind nochmals in Tabelle 4.1 festgehalten. Es ist erkennbar, dass die hier gefundenen positiven Wachstumseffekte beim Straßenbau deutlich größer sind als bei der Schiene. Beim Straßenbau finden wir wenigstens im Jahr der Investition einen positiven Effekt auf das BIP und die privaten Investitionen.

Tabelle 4.1
Effekte einer Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in einzelne Bereiche um eine Mrd. €
in Mrd. € bzw. Mill. Stunden

	Effekt im Jahr des Schocks	nach drei Jahren	nach 10 Jahren
		Straßenbau	
BIP	25,7 **	118	329
priv. Investitionen	12,5 **	51,5	108
Arbeitsvolumen	257	1356	1675
		Eisenbahnbau	
BIP	5,60	-6,7	-28,6
priv. Investitionen	-0,10	-10,9	-38,4
Arbeitsvolumen	110	9,2	-662

*** – signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%*

Unsere empirische Analyse basiert auf Daten der Vergangenheit. Da in Zukunft der Straßenverkehr aufgrund einer steigenden Engpassproblematik zunehmend an Grenzen stoßen könnte (Kapitel 7), würde ein guter Ausbau des Schienennetzes für diese zukünftige Entwicklung allerdings ein Stück weit kompensieren können und so mögliche Wachstumsbeschränkungen aufgrund von Engpässen bei der Straße abmildern, so dass die Schiene an Bedeutung gewinnen könnte.

4.4 Welche Wirtschaftsbereiche profitieren, welche nicht?

In diesem Abschnitt wird die Wirkung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf die Wertschöpfung für die einzelnen Bereiche untersucht. Dabei werden die Bereiche Produzierendes Gewerbe und Dienstleistungsgewerbe[10] näher betrachtet. Der Schätzansatz für das Produzierende Gewerbe umfasst zwei *lags* und eine Kointegrationsbeziehung. Für den Schätzansatz bei dem Dienstleistungsgewerbe wurde eine Kointegrationsbeziehung bei einer *lag*-Länge von eins gefunden.

Sowohl beim Produzierenden Gewerbe (Schaubild 4.11) wie auch im Dienstleistungsgewerbe (Schaubild 4.12) zeigen sich bei einer zulässigen Irrtumswahrschein-

[10] *Hier definiert als Produktionsbereich „Handel, Gastgewerbe und Verkehr".*

Schaubild 4.11

Effekte für Gesamtdeutschland, Wirtschaftsbereiche: Veränderung der Wachstumsrate des Produzierenden Gewerbes (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1 Prozentpunkt

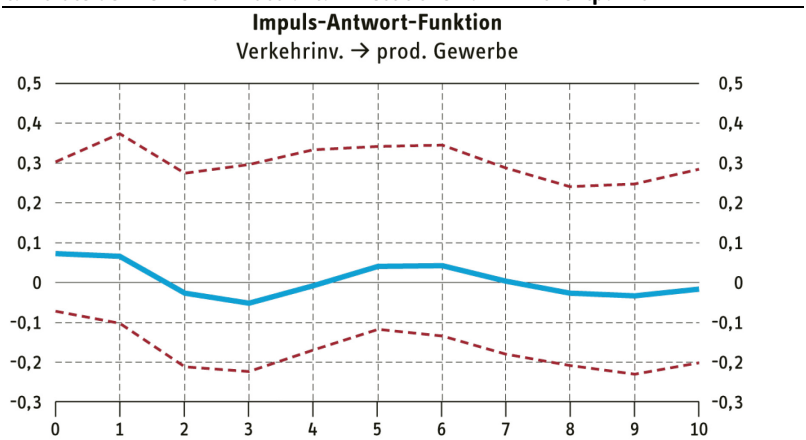
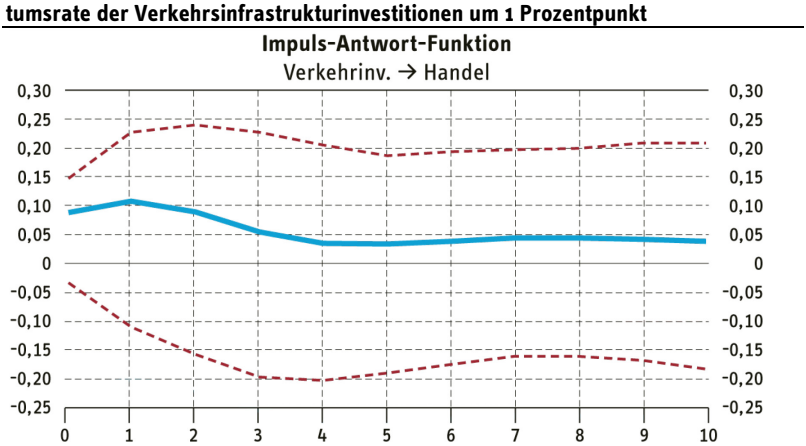


Schaubild 4.12

Effekte für Gesamtdeutschland, Wirtschaftsbereiche: Veränderung der Wachstumsrate des Dienstleistungsgewerbes (in Prozentpunkten) bei Erhöhung der Wachstumsrate der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1 Prozentpunkt



lichkeit von 5% keine statistisch signifikanten Effekte auf deren Wertschöpfung, so dass wir keine spezifischen Effekte der jeweiligen Bereiche bestimmen konnten. Auch bei Erhöhung der zulässigen Irrtumswahrscheinlichkeit auf 10% ist nur ein signifikanter Effekt bezüglich des Dienstleistungsgewerbes im Jahr des Schocks zu finden. Eine tiefere Untersuchung der Wirtschaftsbereiche war deshalb nicht mehr Erfolg versprechend.

4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Wir finden empirische Evidenz für einen positiven Wachstumseffekt von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen. So zeigen die Fehlerkorrekturmodelle in allen Varianten einen positiven Effekt der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf das BIP. Zusätzlich werden durch eine Ausweitung der Investitionen im Verkehrsbereich nach den vorliegenden Ergebnissen auch private Investitionen angeregt. Durch staatliche Investitionen werden in Deutschland im Schnitt also keine privaten Investitionen verdrängt (crowding-out), sondern vielmehr angeregt (crowding-in).

Um die quantitativen Ergebnisse der verschiedenen Schätzungen vergleichen zu können, wurden die Schocks vereinheitlicht. Die Ergebnisse einer Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1 Prozentpunkt sind in Tabelle 4.2 dargestellt, in der man nun auch die Größe der Effekte in Mrd. € ablesen kann. Dabei zeigt sich, dass der geschätzte Effekt von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf das Wirtschaftswachstum unglaubwürdig hoch ist. Würden die Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um einen Prozentpunkt zusätzlich angehoben, sollte sich das BIP nach unseren Berechnungen um rund 0,06 Prozentpunkte erhöhen. Für das Jahr 2008 würde dies eine Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um rund 0,18 Mrd. € bedeuten, denen aber eine Steigerung des BIP um etwa 1,45 Mrd. € gegenüber stehen würde; die privaten Investitionen würden um etwa 0,8 Mrd. € angeregt werden. Diese Größenordnungen sind unrealistisch, so dass die Ergebnisse, wie schon eingangs erwähnt, nur qualitativ belastbar sind.

Die von uns geschätzte Elastizität bezüglich der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen liegt allerdings mit etwa 0,06% im Rahmen anderer Studien (Jong-A-Pin und de Haan 2008).[11] Wie bereits eingangs erwähnt wurde, liegt der Effekt u.a. deshalb so

[11] *Die hier ausgewiesene Elastizität besagt, dass eine Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um 1% das reale BIP um 0,06% steigert. Die hier ausgewiesene Elastizität darf nicht mit der später bei der Länderuntersuchung ausgewiesenen Elastizität verglichen werden, da dort nicht die Elastizität bezüglich der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen sondern bezüglich des Verkehrsinfrastrukturbestandes ausgewiesen wird.*

Tabelle 4.2
Effekte einer Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um einen Prozentpunkt
in Mrd.€ bzw, Mill. Stunden

	Effekt im Jahr des Schocks	nach drei Jahren	nach 10 Jahren
BIP	1,5 **	6,7	21,0
priv. Investitionen	0,8 **	3,3	6,7
Arbeitsvolumen	11,6	64,6	-12,6
prod. Gewerbe	0,4	0,3	0,3
Handel	0,3 *	1,3	2,3

** - signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10%, ** – signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%.*

unplausibel hoch, weil durch die geringe Variablenzahl nicht für alle sonstigen Effekte kontrolliert werden konnte. So ist zu erwarten, dass die hier genutzten Variablen einiges an Effekten „mit abgreifen", die eigentlich anderen Determinanten des Wirtschaftswachstums zugeordnet werden müssen, es also zu einer deutlichen Verzerrung der Ergebnisse kommt. Somit könnte der „wahre" Wachstumseffekt von Verkehrsinvestitionen merklich unter dem hier gefundenen Effekt liegen. Auf der anderen Seite können durch die VAR-Modellierung auf gesamtwirtschaftlicher Ebene jedoch die Spill-Over Effekte besser als bei anderen Methoden abgebildet werden. Dies würde einen höheren Wert plausibler erscheinen lassen.

Allerding ist zu berücksichtigen, dass der geschätzte Effekt der durchschnittliche Effekt über den gesamten Zeitraum seit den 1970er Jahren ist. Da wir Belege dafür fanden, dass die Wachstumselastizität von Verkehrsinvestitionen in Deutschland über die Jahre gefallen ist, sollte die Elastizität von heutigen Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf jeden Fall niedriger als 0,06% sein.

Die dritte Zeile in Tabelle 4.2 beziffert den Beschäftigungseffekt, die vierte den Effekt auf die Wertschöpfung des Produzierenden Gewerbes und die letzte den auf das Dienstleistungsgewerbe; alle Effekte sind bis auf den Effekt beim Dienstleistungsgewerbe statistisch nicht von Null zu unterscheiden. Eine Quantifizierung der Beschäftigungseffekte ist somit aufgrund der fehlenden Signifikanz der Ergebnisse nicht sinnvoll. Obwohl es einleuchtet, dass verschiedene Wirtschaftsbereiche unterschiedlich von Verkehrsinvestitionen profitieren, haben wir nur in einem Fall signifikante Effekte beim Dienstleistungssektor gefunden. Beim Produzierenden Gewerbe konnte dagegen kein signifikanter Effekt gefunden werden. Einen ausführlichen Vergleich der jeweiligen Effekte auf der Ebene der Wirtschaftsbereiche war somit nicht möglich. Allerdings fanden wir Evidenz dafür, dass Investitionen in das Straßennetz stärkere Wachstumseffekte entfalten als Investitionen in das Schienennetz.

Tabelle 4.3
Effekte einer Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um eine Mrd. €
in Mrd. € bzw. Mill. Stunden

	Effekt im Jahr des Schocks	nach drei Jahren	nach 10 Jahren
BIP	8,2 **	38,2	119
priv. Investitionen	4,3 **	18,7	38,0
Arbeitsvolumen	65,6	367	-71,3
prod. Gewerbe	2,2	1,7	1,8
Handel	1,9 *	7,2	13,0

** - signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10%, ** - signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%.*

In Tabelle 4.3 haben wir die jeweiligen Effekte noch einmal für den Fall umgerechnet, wenn nicht 1 Prozentpunkt mehr investiert, sondern 1 Mrd. € mehr investiert würde. Laut unserer VAR-Schätzung geht eine Mehrinvestition von 1 Mrd. € in die Verkehrsinfrastruktur allein im ersten Jahr mit einem Anstieg des BIP von 8,2 Mrd. € einher, und die privaten Investitionen stiegen um 4,3 Mrd. €.

Um unsere Ergebnisse des VAR bezüglich des Problems einer Verzerrung nach oben aufgrund fehlender erklärender Variablen und bezüglich des Problems der ausschließlichen Nutzung der Variation der Daten über die Zeit auf Robustheit zu überprüfen, haben wir im nächsten Kapitel eine Paneldatenanalyse auf Basis der 16 Bundesländer in Deutschland für den Zeitraum seit der Wiedervereinigung vorgenommen.

5. Empirische Analyse der Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf Bundeslandebene

5.1 Einleitung

In diesem Kapitel werten wir die Investitionstätigkeit im Verkehrsbereich auf der Ebene der deutschen Bundesländer aus. Wie in Kapitel 3 ausgeführt, ist der Vorteil einer solchen Paneldaten-Analyse, dass für jedes Jahr nicht nur eine Investitionstätigkeit – die des Gesamtstaates oder des Bundes – ausgewertet werden kann (wie in einer Zeitreihenanalyse), sondern die aller 16 Bundesländer. Ein Problem dieser Analyse ist allerdings die Nichtbeachtung der Spillovereffekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen zwischen den Bundesländern. Um hierfür zu kontrollieren, haben wir am Ende der Untersuchung auch Methoden der räumlichen Ökonometrie verwendet und die Effekte der gewichteten Investitionen aller anderen Länder jeweils berücksichtigt.

Die relevante Literatur zu Panelanalysen bezüglich der Wachstums- und Produktivitätseffekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen wird von Stephan (1997) und FiFo (2006) ausführlich diskutiert. Die Studien zu regionalen Wachstumseffekten kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen, die von „kein signifikanter Effekt“ bis zu Elastizitäten in einer Größenordnung von 0,46 bis 0,58% reichen (Stephan 1997).[12] Dies würde bedeuten, dass eine Erhöhung des Wertes der Verkehrsinfrastruktur um 1% maximal zu einer Erhöhung des realen BIP um 0,58% führt. Im Durchschnitt schätzen neuere Studien mit verfeinerten ökonometrischen Methoden aber Elastizitäten im Bereich von etwa 0,1% (FiFo 2006). Im Vergleich zu den Ergebnissen von Zeitreihenanalysen auf gesamtstaatlicher Ebene, die Elastizitäten bis 0,66% finden (FiFo 2006: 34), liegen die geschätzten Elastizitäten bei Panelanalysen im Schnitt deutlich tiefer, was obige Diskussion über eine mögliche Überschätzung der Effekte auslöste. Im Schnitt schwanken aber auch die Ergebnisse der Panelstudien, wenn signifikant, immer noch von etwa 0,04 bis 0,25%; Elastizitäten in Höhe von 0,46 bis 0,58% stellen eher Ausreißer dar.

Speziell für Deutschland haben sich ebenfalls schon einige Arbeiten mit den Effekten öffentlicher Infrastruktur auf die Produktion beschäftigt (z.B. Conrad und Seitz 1992, 1994; Hofmann 1996; Licht und Seitz 1994; Schlag 1997; Seitz 1993, 1994, 1995; Stephan 1997, 2001). Da viele der Studien unterschiedliche staatliche Ebenen, Definitionen an Infrastruktur und Wirtschaftsbereiche untersuchen, ist ein Vergleich der Ergebnisse aber nur schwer möglich (Stephan 2001: 5). Die Studien unterscheiden

[12] *Die Höchstwerte zu den Elastizitäten bei den Panelstudien (bis 0,58%) sind Ergebnisse für Japan in den 1970er Jahren, wo die Effektivität von Infrastrukturinvestitionen anscheinend sehr hoch war.*

sich auch in der Methodik. Während viele der Studien in den frühen 1990er Jahren sog. Kostenfunktionsansätze verfolgten, wurden bei jüngeren Studien (Stephan 1997, 2001) Produktionsfunktionsansätze verwendet (siehe unten); aufgrund der Dualitätstheorie (z.B. Chiang 1984) sollten beide Ansätze allerdings im Prinzip gleiche Ergebnisse erzielen (Stephan 1997: 5). Mit wenigen Ausnahmen (Hofmann 1996) werden signifikante Effekte der öffentlichen Infrastruktur für Deutschland nachgewiesen. Schlag (1997) verweist dabei auf ein Endogenitätsproblem: Mittels Granger-Kausalitätstests findet er Evidenz für eine wechselseitige Kausalität von öffentlicher Infrastruktur und Bruttoinlandsprodukt: Auf der einen Seite beeinflusst die öffentliche Infrastruktur das BIP zwar positiv, auf der anderen Seite führt aber spiegelbildlich auch ein steigendes BIP zu höheren Investitionen, sprich einem höheren Infrastrukturkapitalstock, da die Finanzlage des Staates sich durch höhere Steuereinnahmen und geringere Ausgaben verbessert. Für die OECD-Länder mit hohem Einkommen wie Deutschland wird mittels einer Panelanalyse über einen internationalen Länderquerschnitt geschätzt, dass eine 10%-ige Erhöhung des BIP eine 2,3%-ige Steigerung des Straßeninfrastrukturbestandes nach sich zieht (Stambrook 2006: 191). Dies führt zu einer Verzerrung des Ergebnisses bei Schätzungen der Wachstumselastizität der Verkehrsinfrastruktur und erschwert somit die genaue Quantifizierung des Effekts von Verkehrsinvestitionen.

Speziell mit der Verkehrsinfrastruktur beschäftigen sich zumindest drei ökonometrische Studien (Seitz 1993; Stephan 1997, 2001). Beide Autoren beschränken sich allerdings bei der Verkehrsinfrastruktur auf das Straßennetz, regional auf das frühere Bundesgebiet und untersuchen lediglich die Effekte auf das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland. Es wird auch nicht nach Effekten auf das BIP, sondern auf die Produktivität gesucht. Beide Autoren finden für die elf Bundesländer des früheren Bundesgebietes in dem Zeitraum von 1970 bis 1995 (Stephan) bzw. 1970 bis 1989 (Seitz) eindeutig signifikante positive Effekte der Straßeninfrastruktur auf die Produktivität des verarbeitenden Gewerbes. Stephans Ergebnisse sind sehr robust bezüglich verschiedener Spezifikationen. Er findet Evidenz für signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern und kontrolliert für verschiedenste ökonometrische Probleme, wie fehlende Stationarität der Daten[13], Heteroskedastizität der Fehlerterme zwischen den Bundesländern oder serielle Korrelation der Fehlerterme. Seitz wiederum findet Evidenz für signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Industrien des Verarbeitenden Gewerbes und für eine komplementäre Beziehung zwischen öffentlicher Straßeninfrastruktur und privatem Kapitalstock

[13] *Als erster verweist Tatom (1991) auf das ökonometrische Problem der Nicht-Stationarität bei der Bestimmung der Effekte von Infrastrukturmaßnahmen. Tatom verwendete deshalb erste Differenzen, um Aschauers (1989) Daten in stationäre Daten umzuwandeln. Zusätzlich nahm er eine Energiepreisvariable auf und fand keinerlei Evidenz mehr dafür, dass Infrastruktur wachstumsfördernd ist.*

sowie eine substitutive Beziehung zum Faktor Arbeit. Wie diese Studien werden wir uns auf die Wachstumseffekte von Verkehrsinvestitionen konzentrieren, da eine Arbeitsmarktanalyse, anders als bei den VAR-Untersuchungen oder später im RWI-Konjunkturmodell, eine zusätzliche eigenständige Analyse erfordert.

Datengrundlage unserer Panelanalyse ist die Finanzstatistik der im Länderteil der Statistik ausgewiesenen einzelnen Bundesländer von 1992 bis 2006 (StaBu 1995-2008). Aufgrund der Wiedervereinigung können die 16 Bundesländer frühestens ab dem Jahr 1990 ausgewertet werden. Die notwendigen Verkehrsausgaben werden in den Haushaltsdaten für die jüngsten Länder aber erst ab 1992 ausgewiesen; aufgrund des Strukturbruches durch die Wiedervereinigung ist eine Auswertung der Daten erst ab 1992 aber auch aus statistischen Gründen sinnvoll. Die aktuellsten verfügbaren Daten sind die für das Jahr 2006, die im Dezember 2008 veröffentlicht wurden. Unser Panel umfasst für 15 Jahre vollständig die Ausgaben im Verkehrsbereich der 16 Bundesländer (240 Beobachtungen). Für unsere Analyse wurden die sog. Sachinvestitionen als Verkehrsinfrastrukturinvestitionen interpretiert. Die Sachinvestitionen sind der übliche Investitionsbegriff der Finanzstatistik und entsprechen der Summe der Ausgaben für Baumaßnahmen und dem Erwerb von unbeweglichem und beweglichem Sachvermögen.[14] Die Daten enthalten sowohl die Sachinvestitionen der einzelnen Länder als auch jeweils die Summe der Sachinvestitionen der Kommunen der einzelnen Länder. Da die Sachinvestitionen keinerlei Zuweisungen enthalten, können diese – ohne das Problem von Doppelzählungen – pro Land oder auch über mehrere Bundesländer hinweg addiert werden, um die Gesamtinvestitionen eines Landes oder mehrerer Bundesländer zusammen zu quantifizieren.

Die Erwerbstätigen, die Einwohnerzahl, das BIP, der Kapitalstock in jeweiligen Preisen, der Index des Kapitalstocks in Preisen des Jahres 2000, die Bruttowertschöpfung und die Bruttoanlageinvestitionen der einzelnen Länder wurden der „VGR der Länder“ entnommen (VGR-L 2009). Dabei besteht das Problem, dass der Kapitalstock der jüngeren, ostdeutschen Länder leider erst ab dem Jahr 1995 ausgewiesen wurde. Um reine Preiseffekte zu eliminieren, wurden alle Größen in reale Werte in Preisen des Jahres 2000 überführt.

5.2 Schätzansatz und ökonometrisches Modell

Um die Wachstumseffekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in Deutschland zu schätzen, verwenden wir, wie Stephan (1997, 2001, 2003) oder Bom und Lighthart (2008), einen Produktionsfunktionsansatz (siehe auch FiFo 2006). Der Produktionsfunktionsansatz eignet sich vor allem bei einem hohen Aggregationsgrad, weshalb

[14] *Obwohl die Verkehrsinvestitionen nach Abgrenzung der VGR wünschenswert gewesen wäre, stehen diese auf Länderebene nicht zur Verfügung.*

wir diesen in unserer Bundeslanduntersuchung verwenden (vgl. auch Stephan 1997: 5). Wie üblich nehmen wir an, die gesamtwirtschaftliche Produktion in einem Jahr t kann durch eine gesamtwirtschaftliche Produktionsfunktion mit den Inputgütern „Kapital" (K_t) und „Arbeit" (L_t) dargestellt werden; des Weiteren verändert der technische Fortschritt in einem Jahr t den funktionalen Zusammenhang. Da die Verkehrsinfrastruktur (K_t^V) ein Teil des gesamtwirtschaftlichen Kapitalstocks ist, kann man diesen vom „Restkapitalstock" (K_t^R) unterscheiden: $K_t = K_t^V + K_t^R$. Dabei muss allerdings die Wirkung der Verkehrsinfrastruktur nicht notwendigerweise die Gleiche sein wie die des Restkapitalstocks. Deshalb formulieren wir folgende Produktionsfunktion:

$$Y_{it} = F_i(K_t^V, K_t^R, L_t, t) \tag{2}$$

Bei der Produktionsfunktion interpretieren wir die Verkehrsinfrastruktur als einen „kostenlos" zur Verfügung stehenden Produktionsfaktor (Stephan 1997: 6).[15] Die Arbeitsleistung wird durch die Erwerbstätigenzahl gemessen. Üblicherweise unterstellt man eine Cobb-Douglas-Produktionsfunktion:

$$Y_{it} = A_{it} \cdot \left(K_{it}^V\right)^{\beta_V} \cdot \left(K_{it}^R\right)^{\beta_R} \cdot \left(L_{it}\right)^{\beta_A} \tag{3}$$

wobei $i = \{1,2,\ldots,16\}$ für die 16 Bundesländer steht und $i = \{1,2,\ldots,15\}$ für die 15 Jahre von 1992 bis 2006. Die üblichen Schätzmethoden unterstellen lineare Zusammenhänge der Variablen. Logarithmiert man (3), erhält man einen linearen Zusammenhang der Produktionsfaktoren Verkehrsinfrastruktur, anderes Kapital und Arbeit, den man schätzen kann:

$$\ln(Y_t) = \ln(A_{it}) + \beta_V \cdot \ln\left(K_t^V\right) + \beta_R \cdot \ln\left(K_t^R\right) + \beta_A \cdot \ln\left(L_t\right) + u_{it} \tag{4}$$

wobei die Variable u_{it} den Schätzfehler repräsentiert. In Spezifikation (4) besteht nun ein schätzbarer Zusammenhang zwischen dem logarithmierten *Niveau* des BIP und der Verkehrsinfrastruktur. Dies erlaubt eher nachhaltige Langfristeffekte zu schätzen. Veränderungen des Bruttoinlandprodukts (d.h., BIP=Y) werden somit durch Veränderungen bei der Verkehrsinfrastruktur, beim Restkapitalstock, bei dem

[15] Meade (1952) benennt auch einen zweiten Kanal: öffentliche Inputgüter könnten die private Produktion in ähnlicher Form wie technischer Fortschritt positiv beeinflussen, indem sie als gute „Atmosphäre" wirken bzw. eine für die private Produktion bessere „Umwelt" schaffen (Stephan 1997: 6). Wie Sturm et al. (1998) herausstellen, ist es bei Verwendung einer Cobb-Douglas-Produktionsfunktion in logarithmierten Größen unerheblich, ob man öffentliches Kapital wie die Verkehrsinfrastruktur als Produktionsfaktor interpretiert (wie wir) oder die Wirkung laut Meade (1952) modelliert; die zu schätzenden Gleichungen sind sich sehr ähnlich, so dass die beiden unterschiedlichen Wirkungsweisen nicht voneinander isoliert werden können.

Arbeitseinsatz und durch jahresspezifische Effekte wie dem technischen Fortschritt, also durch Veränderungen der landesspezifischen Variablen A_{it}, erklärt. Unterstellt man beim technischen Fortschritt einen linearen Trend, so dass $A_{it} = A_{i0} \cdot \exp(\beta_{i,Trend} \cdot t)$, so erhält man $\ln(A_{it}) = \ln(A_{i0}) + \beta_{i,Trend} \cdot t$. Dabei ist $\ln(A_{i0})$ der Logarithmus der (länderspezifischen) Konstanten A_{i0} im ersten Jahr der Betrachtung. Da wir also keinen bundeseinheitlichen Trend unterstellen, lassen wir – im Gegensatz zu bisherigen Studien – die Möglichkeit eines landesspezifischen Wachstumspfades zu.

Es ist nun noch zu beachten, dass die Produktionstechnologie und auch die Wirkung von Infrastrukturinvestitionen je nach Bundesland unterschiedlich sein können. Da die Wirtschaftsstruktur der Bundesländer (also etwa der Anteil des Produzierenden Gewerbes), die Einwohnerdichte, die Fläche und Lage des Bundeslandes innerhalb der Bundesrepublik unterschiedlich ist, sollten wir nicht implizit annehmen, dass dies keinen Effekt auf die Elastizität der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen hat. Deshalb führen wir zusätzlich auch einen Bundeslanddummy D_i ein, der für alle unbeobachteten zeitinvariaten Unterschiede zwischen den Bundesländern kontrolliert. Wir erhalten folgende Schätzgleichung:

$$\ln(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_V \cdot \ln\left(K_{it}^V\right) + \beta_R \cdot \ln\left(K_{it}^R\right) + \beta_A \cdot \ln(L_{it}) + D_i + \beta_{i,Trend} \cdot Jahr + u_{it} \qquad (5)$$

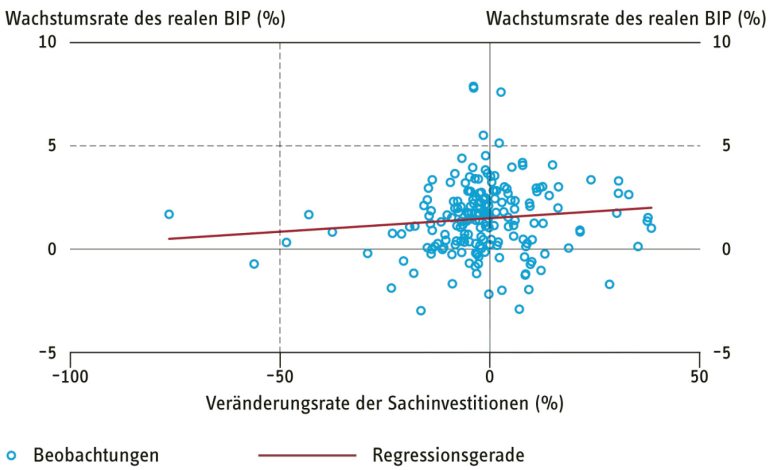
Die Variable β_0 repräsentiert nun den Wert von $\ln(A_{j0})$ eines festen Vergleichslandes *j* und *Di* die Abweichung des Wertes von $\ln(A_{i0})$ in Land *i* im Vergleich zu diesem Vergleichsland *j*. Alternativ zu der obigen Verwendung eines linearen Trends kann man auch sog. Jahresdummies in die Schätzgleichung aufnehmen, um auch für konjunkturelle und andere jahresspezifische Effekte wie z.B. politische Reformmaßnahmen in einem Jahr zu kontrollieren. Diese Jahresvariable nimmt bei Beobachtungen aus dem betreffenden Jahr den Wert 1 an und ist für Beobachtungen aus allen anderen Jahren gleich Null.

5.3 Schätzung der Effekte im statischen Modell

Betrachtet man die 240 Beobachtungen über die 16 Länder in den 15 Jahren von 1992 bis 2006, so zeigt sich sowohl ein positiver Zusammenhang zwischen der prozentualen Veränderungsrate der Sachinvestitionen und der des BIP eines Bundeslandes (Schaubild 5.1) als auch einen positiven Zusammenhang zwischen der Höhe des Niveaus der Verkehrsinfrastruktur und dem des BIP (Schaubild 5.2). Schaubild 5.2 offenbart des Weiteren, dass die Verläufe der Beobachtungen in den Bundesländern zwar relativ ähnlich sind, dass aber die Niveaus unterschiedlich

sind. Auffallend ist, dass gerade in Berlin, Bremen und dem Saarland sich wenig Variation zeigt.

Schaubild 5.1
Höhe der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen und Veränderung des BIP innerhalb des Länderpanels in Preisen von 2000

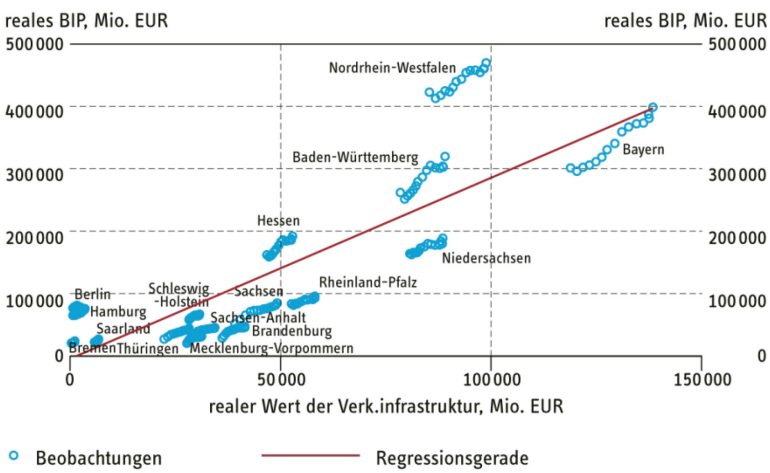


Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von StaBu (1995-2008) und VGR-L (2009).

Um die Effekte zu schätzen, folgen wir der grundlegenden Vorgehensweise von Stephan (1997, 2001) sowie Seitz (1992) und beginnen mit der Schätzung des Zusammenhangs der Niveaugrößen in einem statischen Modell (Gleichung (5)). Die Schätzungen von Stephan und Seitz zeigten für Deutschland eindeutig, dass für eine korrekte Schätzung der Effekte die Beachtung nicht-beobachtbarer und über die Zeit konstanter Unterschiede zwischen den Bundesländern entscheidend ist. Für die USA wurde dies ebenfalls belegt (Evans und Karras 1994; Holtz-Eakin 1994); die Autoren zeigen, dass u.a. die Vernachlässigung dieser Effekte zu den recht hohen Wachstumselastizitäten der Infrastruktur bei Aschauer (1989), Munnell (1990) sowie Munnell und Cook (1990) führte. All die oben schon angeführten landesspezifisch unterschiedlichen Faktoren begründen eine unterschiedliche Produktionsfunktion und könnten auch die Gesetzmäßigkeiten, nach denen Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in einem Bundesland wirken, beeinflussen, so dass hierfür kontrolliert werden muss. Um dies zu erreichen, können alternativ verschiedene Methoden angewendet werden. Neben der Verwendung der schon erwähnten Bundeslandindikatorvariablen (Dummys) – diese Methode nennt man Fixed-Effects-Schätzung –,

kann auch die Methode der Random-Effects-Schätzer verwendet werden.[16] Der sog. Hausman-Test offenbart uns, dass in unserem Fall der Fixed-Effects-Schätzer dem Random-Effects-Schätzer vorzuziehen ist (Hausman 1978). Wir verwenden daher Bundeslanddummies. Diese Methode erlaubt, für grundsätzliche Unterschiede bei der Produktion zu kontrollieren. Um auch etwaige regionale Unterschiede bei der Wachstumselastizität beachten zu können, werden wir später auch sog. Interaktionsterme verwenden (siehe weiter unten).

Schaubild 5.2
Höhe der Verkehrsinfrastruktur (als Kapitalstock) und BIP innerhalb des Länderpanels in Preisen von 2000



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von StaBu (1995-2008) und VGR-L (2009).

Stephan (1997) fand mit sehr ähnlichen Daten, wenn auch für einen anderen Zeitraum und nur für die alten Länder, Evidenz für die Verletzung einer Reihe von Annahmen des ökonometrischen Grundmodells des OLS-Schätzers: serielle Korrela-

[16] *Alternativ kann man auch die Schätzgleichung durch die Bildung von ersten Differenzen transformieren (Wooldridge 2003: 467-468). Ob es besser ist, fixed effects oder erste Differenzen zu wählen, ist gewöhnlich eine schwer zu beantwortende Frage. Da wir in unserem Panel vergleichsweise wenige Länder und eine fast gleiche Anzahl an Jahren haben, gilt diese Einschätzung bei unserer Anwendung insbesondere (Wooldridge 2003: 467-468). Wooldridge empfiehlt daher beide Varianten zu berechnen und zu prüfen, ob die Ergebnisse wesentlich voneinander abweichen. Später werden wir aufgrund des Nichtstationaritätsproblems auch Gleichungen in ersten Differenzen schätzen.*

tion, länderspezifische Heteroskedastizität und Nichtstationarität der Daten. Daher gilt es auch bei unserer Untersuchung hierfür zu testen.

Liegen heteroskedastische Fehlerterme oder serielle Korrelation (Autokorrelation) vor, so sind geschätzte Koeffizienten wie eine Elastizität immer noch erwartungstreu, d.h. es kommt zu keiner systematischen Verzerrung der Koeffizienten, so dass der geschätzte Koeffizient im Erwartungswert dem unbekannten korrekten Wert entspricht (Bauer et al. 2009: 46). Das Problem ist aber, dass die Schätzer nicht mehr effizient sind, d.h. obwohl die Schätzer unverzerrt sind, streut die Schätzung um den an sich korrekten Erwartungswert ineffizient stark. Insofern ist die Schätzung also nicht mehr präzise, denn auf Basis einer bestimmten Stichprobe kann die Schätzung doch recht weit vom korrekten Wert entfernt sein (Bauer et al. 2009: 46-47). Zudem werden auch die Signifikanzangaben verfälscht (Huber 1967; White 1980; aber auch z.B. Bauer et al. 2009: 294), so dass den Signifikanzangaben zu den Ergebnissen nicht vertraut werden kann: die Elastizität könnte in Wirklichkeit nicht mehr von Null zu unterscheiden sein, so dass keine empirische Evidenz geschaffen würde. Um für Heteroskedastizität zu kontrollieren, können Schätzungen mit sog. Huber-White-korrigierten Standardfehlern (beobachtungsabhängige Varianz der Fehlerterme ist zulässig, so dass für Heteroskedastizität korrigiert wird) ausgewiesen werden. Vorteil der Methode ist, dass keinerlei Annahmen über die spezifische Art der Heteroskedastizität gemacht werden müssen. Allerdings muss beachtet werden, dass speziell bei „kleinen Stichproben“ diese Methode fehlerhaft sein kann (Bauer et al. 2009: 296).

Bei Vorliegen einer Nichtstationarität der Daten besteht das Kernproblem darin, dass man auf Basis von solchen nichtstationären Daten fälschlicherweise meint, empirische Evidenz für eine Beziehung zwischen zwei Variablen zu finden (Kennedy 2008: 301). Tatsächlich besteht die signifikante Beziehung aber nicht („spurious correlation“). Ursache für dieses Phänomen sind gemeinsame Trends der Datenreihen von einzelnen Variablen (Granger und Newbold 1974; Granger 1981). Um diese Fehlerquelle zu vermeiden, kann man die Regression statt in Niveaugrößen in ersten Differenzen schätzen. Dabei ist laut Tatom (1991) der geschätzte Koeffizient dieser Gleichung in ersten Differenzen ebenfalls geeignet, die Langfristbeziehung zu schätzen. Dem widerspricht Munnel (1992) allerdings, da bei einer sog. kointegrativen Beziehung zwischen BIP und Infrastruktur, die Information über die Langfristbeziehung bei Bildung erster Differenzen verloren geht (vgl. auch Romp und de Haan 2007: 7). Schlag (1997) findet zumindest auf gesamtstaatlicher Ebene für die alte Bundesrepublik Evidenz für eine kointegrative Beziehung.

Zunächst haben wir für Heteroskedastizität getestet. Als direkten Test für Heteroskedastizität (heteroskedacity related to scale) haben wir den Breusch-

Pagan- und den allgemeineren White-Test durchgeführt (Breusch und Pagan 1979; White 1980). Beide besagen, dass die Wahrscheinlichkeit einer über alle Beobachtungen konstanten Varianz der Fehlerterme (Homoskedastizität) gleich Null ist, wir es also mit dem Problem der Heteroskedastizität zu tun haben. Danach haben wir mittels eines von Levene (1960) vorgeschlagenen Tests für Heteroskedastizität zwischen den Bundesländern kontrolliert (groupwise heteroskedasticity), um etwas mehr über die spezifische Form der Heteroskedastizität zu lernen. Dieser Test und auch die zwei etwas robusteren Varianten des Tests nach Brown und Forsythe (1992) geben klare Hinweise auf zwischen den Bundesländern unterschiedliche Varianzen der Fehlerterme.

Um zu prüfen, ob serielle Korrelation vorliegt, haben wir den für Paneldaten notwendigen Autokorrelationstest, der in Wooldridge (2002) diskutiert wird,[17] und den von Arellano und Bond (1991) durchgeführt. Beide Tests belegen das Vorhandensein von serieller Korrelation, so dass wir auch für dieses Problem kontrollieren müssen.

Des Weiteren haben wir für Multikollinearität geprüft: Stehen Variablen in einem Verhältnis zueinander, dass sie fast als eine Linearkombination voneinander dargestellt werden können, so erhöht sich bei Schätzungen deren Standardfehler und die Höhe des geschätzten Koeffizienten ist je nach Variablenwahl sprunghaft; auch das Vorzeichen kann wechseln (Green 2000: 256). Leider ist dieses Problem gerade bei dem hier angewendeten Produktionsfunktionenansatz ein wohlbekanntes Problem (Kennedy 2008: 196). Sowohl die Korrelationsmatrix (Tabelle 5.1, oberer Teil) als auch der Test mittels des Varianz-Inflations-Faktors (VIF) belegen auch bei uns das Problem. Gerade der Korrelationskoeffizient zwischen dem Restkapital und der Erwerbstätigenzahl ist mit 0,97 sehr hoch. Gemäß den Daumenregeln, die in Kennedy (2008: 196) beschrieben werden, scheint es angebracht, das Multikollinearitätsproblem nicht durch die Eliminierung einer der kollinearen Variablen zu lösen.

Tabelle 5.1 (unterer Teil) gibt die Korrelationskoeffizienten der Variablen in ersten Differenzen wieder. Hier zeigen sich keinerlei problematische Korrelationen zwischen den Werten der ersten Differenzen. Da bei Bildung erster Differenzen die bundeslandspezifischen Effekte (Fixed Effects) eliminiert werden (Bauer et al. 2008: 350), könnte dieses Ergebnis ein Indiz dafür sein, dass das Multikollinearitätsproblem bei Nutzung von Bundeslanddummies innerhalb einer Schätzung mit Niveaugrößen abgeschwächt wird, da hier für die Fixed Effects kontrolliert wird.

[17] *Vgl. auch Drukker (2003).*

Tabelle 5.1
Korrelationsmatrix der Variablen der Produktionsfunktionsschätzung

	ln(bip)	ln(Verkehrs. infrasstr.)	ln(Rest-kapital)	ln(Erwerbs-tätigen)
	Niveau der logarithmierten Variablen			
ln(bip)	1			
ln(Verk.infras.)	0,6475	1		
ln(Restkap.)	0,9878	0,6561	1	
ln(Erwstät.)	0,9854	0,7229	0,9725	1
	1. Differenz der logarithmierten Variablen			
ln(bip)	1			
ln(Verk.infras.)	-0,0806	1		
ln(Restkap.)	0,1522	-0,0721	1	
ln(Erwstät.)	0,4997	-0,1702	-0,2516	1

Quelle: Eigene Berechnungen.

Ai und Cassou (1997) zeigen allerdings, dass bei Verwendung von Fixed Effects (und Jahresdummies) wiederum ein Multikollinearitätsproblem auftreten kann, da die Fixed Effects in hohem Maße mit dem Beständen an öffentlichen Kapital (wie die Verkehrsinfrastruktur) korreliert sind. Hierfür regressieren die Autoren das öffentliche Kapital auf die Fixed Effects und Jahresdummies und schließen von einem R^2 nahe 1 auf ein Multikollinearitätsproblem. Wir haben deshalb ebenfalls die Verkehrsinfrastrukturbestände auf die Fixed Effects und Jahresdummies regressiert und ein R^2 von 0,99 gefunden, so dass auch bei uns dieses Multikollinearitätsproblem besteht. Wiederholt man diese Schätzung für die ersten Differenzen der logarithmierten Verkehrsinfrastruktur, so sinkt R^2 auf 0,49, so dass in ersten Differenzen kein Multikollinearitätsproblem mehr zu existieren scheint. Verwendet man eine Trendvariable statt der Jahresdummies, erhält man ein nahezu gleiches R^2.

Im nächsten Schritt haben wir das Problem der Nichtstationarität der Daten aufgegriffen. Unsere Nichtstationaritätstests (Unit Root Tests) haben widersprüchliche Ergebnisse erzielt. Sowohl die Tests von Im et al. (2003) und Levin et al. (2002) als auch der Test von Pesaran (2003) verweisen bezüglich der zu erklärenden Variablen, dem logarithmierten realen BIP, wie zu erwarten, auf eine (Trend-)Stationarität hin. Bei den Kontrollvariablen ist das Ergebnis dagegen uneinheitlich, so dass

unklar bleibt, ob die Zeitreihen trend-stationär sind oder auch stochastische Trends existieren. Insofern finden wir zwar keine eindeutigen Hinweise auf ein Nichtstationaritätsproblem, aber wir können das von Tatom (1991) aufgezeigte Problem bei der Bestimmung der Infrastruktureffekte nicht ganz ausschließen. Somit ist auch das Problem eines kointegrativen Zusammenhangs zwischen der Verkehrsinfrastruktur und dem BIP nicht definitiv zu belegen – allerdings ebenfalls nicht ganz auszuschließen.

Die diskutierten Tests legen es nahe, eine Spezifikation von Gleichung (5) in ersten Differenzen (statt in Niveaugrößen) zu schätzen, um so eine unpräzise Schätzung aufgrund eines Multikollinearitäts- und Stationaritätsproblems zu vermeiden. Deshalb haben wir im Folgenden vor allem Regressionen in ersten Differenzen geschätzt. Diese Spezifikationswahl hat allerdings auch Nachteile: Durch die Differenzenbildung gehen zum einen die Beobachtungen des Jahres 1992 in dem Sinne verloren, dass diese Beobachtungen nur noch für die Berechnung der Veränderungen (1. Differenz) im Jahr 1993 verwendet werden können; bei der Regression in ersten Differenzen kann nur der Zeitraum von 1993 bis 2006 mit einbezogen werden. Des Weiteren ist es in einer Spezifikation in ersten Differenzen sehr viel schwerer, Effekte von erklärenden Variablen zu identifizieren, die nur eine geringe Variation über die Zeit aufweisen (Bauer et al. 2009: 351). Größtes Problem ist allerdings, dass bei Verwendung der ersten Differenzen die geschätzten Effekte vielleicht eher Kurzfristelastizitäten sein könnten und gerade die bei Verkehrsinfrastrukturinvestitionen interessanten Langfristeffekte tendenziell unterschätzt werden könnten. Daher haben wir auch Schätzungen in logarithmierten Niveaus der Variablen geschätzt; diese Schätzergebnisse sind aber aufgrund der erörterten Probleme mit hoher Unsicherheit belegt, da die Ergebnisse in einer weiten Spannbreite liegen und nicht robust bezüglich Änderungen bei der Spezifikation.

Bildet man von (5) die erste Differenzform, so erhält man eine Schätzgleichung, in der die landesspezifischen Trendvariablen als Bundeslanddummies (Fixed Effects) fungieren:

$$\Delta \ln(Y_{it}) = \beta_{i,Trend} + \beta_V \cdot \Delta \ln\left(K_{it}^V\right) + \beta_R \cdot \Delta \ln\left(K_{it}^R\right) + \beta_A \cdot \Delta \ln(L_{it}) + \Delta u_{it} \qquad (6)$$

Unterstellt man, dass es auch jahresspezifische Effekte in ersten Differenzen geben könnte, so dass wir in Gleichung (5) für jedes Jahr einen Jahresdummy D_t ergänzen, ist die Schätzgleichung in ersten Differenzen gegeben durch:[18]

[18] *Der Jahresdummy für das erste Jahr (bei uns 1992) wird üblicherweise in der Niveaugleichung (5) nicht aufgenommen, um die Konstante zu erhalten. Bildet man nun erste Differenzen, definiert*

$$\Delta \ln(Y_{it}) = \beta_{1993} + \beta_V \cdot \Delta \ln\left(K_{it}^V\right) + \beta_R \cdot \Delta \ln\left(K_{it}^R\right) + \beta_A \cdot \Delta \ln(L_{it}) + \sum_{k=1994}^{2006} \beta_k \cdot D_k + \Delta u_{it} \quad (7)$$

Da in ersten Differenzen also landesspezifische und jahresspezifische Effekte auftreten können, müssen sowohl Fixed Effects und Jahresdummies verwendet werden. Bei allen Schätzungen wird für Heteroskedastizität und serielle Korrelation erster Ordnung (AR1) kontrolliert. Abschließend ist noch festzuhalten, dass die bereits erwähnte Endogenitätsproblematik durch eine mögliche umgekehrte Kausalität Schätzergebnisse verzerren könnte (Schlag 1997). Munnell (1992: 194) schließt allerdings aus Schätzungen, die das Problem relativ einfach adressieren, dass das Problem die Präzision von Schätzungen nicht allzu sehr beeinträchtigen sollte. Gerade für Deutschland hat auch Kemmerling und Stephan (2002) gezeigt, dass innerhalb eines Datensatzes zu 87 kreisfreien Städten das Endogenitätsproblem zwischen Output und Infrastruktur zumindest in den 1980er Jahren vernachlässigbar klein war.[19] [20]

5.3.1 Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse nicht nur eines, sondern verschiedener Schätzansätze präsentiert. Diese Vorgehensweise ist sinnvoll, da die empirischen Tests ergeben haben, dass die Ergebnisse sowohl durch Heteroskedastizität als auch durch serielle Korrelation beeinträchtigt sein können und es nicht die eine „richtige" Schätzmethode für diesen Fall gibt. In der Literatur werden vielmehr verschiedene Schätzansätze vorgeschlagen, die diese Probleme adressieren. Diese Ansätze weisen jeweils Vor- und Nachteile auf, so dass erst ein Vergleich der Ergebnisse dieser Methoden Aufschluss über die Bandbreite des möglichen Effekts und die Robustheit des Ergebnisses liefert.

Bei gleichzeitigem Vorliegen von Heteroskedastizität und serieller Korrelation werden in der Literatur zwei Schätzmethoden diskutiert: (i) FGLS nach Parks (1967), Kmenta und Oberhofer (1974) sowie Harvey (1976); (ii) OLS mit speziell für Paneldaten korrigierten Standardfehlern (panel corrected standard errors, PCSE).[21] Beck

man dann die zweite Periode (bei uns 1993) als Referenzjahr, weshalb der Koeffizient dieses Jahres (β_{1993}) *als Konstante dient (Bauer et al. 2009: 355-356).*

[19] *Um die Endogenitätsproblematik trotzdem zu adressieren, könnte man die endogene Variable „Verkehrsinfrastruktur" durch ein geeignetes sog. Instrument ersetzen und eine Instrumentenvariablenschätzung durchführen. Leider steht uns aber kein geeignetes Instrument zur Verfügung, um diesen Robustheitstest durchzuführen.*

[20] *Unsere Ergebnisse könnten allerdings noch durch die Vernachlässigung von politökonomischen Problemen leicht verzerrt werden (Cadot, Röller und Stephan 2004).*

[21] *Im Unterschied zu den Huber-White korrigierten Standardfehlern wird hier die besondere Panelstruktur stärker beachtet (Beck und Katz 1995, 1996).*

und Katz (1995, 1996) zeigen, dass FGLS zwar effizienter als PCSE ist, wenn die Bundeslandkorrelationen und die bundeslandspezifische Heteroskedastizität sehr bedeutend sind, betonen aber, dass die berechneten Standardfehler vor allem in kleinen Stichproben, wie bei uns, oft zu niedrig ausgewiesen werden.

Tabelle 5.2
Schätzergebnisse für die deutsche Produktionsfunktion: Logarithmierte Niveauschätzung mit Fixed Effects und Jahresdummies

	(1) FGLS (1995-2006)	(2) PCSE (1992-2006)	(3) PCSE (1995-2006)	(4) PCSE (1992-2006) Ohne Jahres-dummies	(5) FGLS (1995-2006) Ohne Jahres-dummies
ln(Verkehrsinfrastr.)	0,003	0,025	-0,001	0,030**	-0,005
	(0,027)	(0,015)	(0,037)	(0,014)	(0,018)
ln(Restkapital)	0,178***	0,223***	0,224***	0,375***	0,361***
	(0,064)	(0,034)	(0,037)	(0,016)	(0,014)
ln(Erwerbstätige)	0,777***	0,631***	0,644***	0,956***	0,920***
	(0,103)	(0,098)	(0,109)	(0,072)	(0,041)
Beobachtungen	192	225	192	225	192
R-squared	.	1,000	1,000	1,000	.
Beachtete Ländereffekte	16	16	16	16	16

*Notation: ln(X)= nat. Logarithmus des Wertes X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Länder und Jahre nicht ausgewiesen.*

In einem ersten Schritt haben wir das Modell in Niveaugrößen geschätzt (Tabelle 5.2). Um für alle Formen an Heteroskedastizität und für bundeslandspezifische serielle Korrelation (Autokorrelation) zu kontrollieren, haben wir FGLS mit Korrektur für Korrelation zwischen den Ländern, für Heteroskedastizität zwischen den Ländern und für serielle Korrelation erster Ordnung (AR1) geschätzt (Spalte (1)). Dabei konnte der Schätzer in Niveaugrößen nur für die Jahre ab 1995 berechnet werden, da für die neuen Länder erst ab diesem Jahr alle für diese Schätzung notwendigen Informationen vorliegen. Alternativ haben wir OLS mit PCSE geschätzt und wieder für Heteroskedastizität und serielle Korrelation kontrolliert (Spalte (2)). Diesen Schätzer kann man schon ab 1992 berechnen.[22] Für eine bessere Vergleichbarkeit haben wir diesen auch ab 1995 berechnet (Spalte (3)). In keiner der Spezifikationen erhalten wir signifikante Koeffizienten für die Verkehrsinfrastruktur, so dass für Verkehrsinfrastrukturinvestitionen kein Effekt nachgewiesen werden kann. Dieses Ergebnis entspricht qualitativ den Ergebnissen von Evans und Karras (1994) und Holtz-Eakin (1994), die die relativ hohen positiven Effekte von Infrastruktur, die in Aschauer

[22] *In ersten Differenzen verkürzt sich die Spanne jeweils um ein Jahr.*

(1989) für die USA gefunden wurden, in Zweifel zogen: bei Beachtung der Fixed Effects können keine positiven Effekte mehr nachgewiesen werden. F-Test belegen für Deutschland jeweils die gemeinsame Signifikanz der Länder- und der Jahresdummies, so dass für Deutschland die von uns gewählte Spezifikation ebenfalls Sinn macht.

Man könnte einwenden, dass Meade (1952) darauf hinweist, dass Verkehrsinfrastruktur wie technischer Fortschritt wirken kann.[23] Dies würde bedeuten, dass ein Teil der Wachstumswirkungen der Verkehrsinfrastruktur in den signifikanten Jahresdummies repräsentiert sein könnte. Daher könnten die Wachstumseffekte von Verkehrsinfrastruktur bei Verwendung von Trendvariablen oder Jahresdummies möglicherweise tendenziell leicht unterschätzt werden. In Spalte (4) und (5) haben wir die Schätzungen ohne Jahresdummies wiederholt. Bei unserem PCSE-Schätzer (Spalte (4)) erzielen wir nun einen signifikanten Koeffizienten von 0,03, der die Wachstumselastizität der Verkehrsinfrastruktur repräsentiert: wenn man durch Investitionen den Verkehrsinfrastrukturkapitalstock um 1% erhöht, würde dies mit einem Anstieg des BIP um 0,03% einher gehen. Dieses Ergebnis ist aber nicht robust: schätzt man FGLS (Spalte (5)), so finden wir wieder keine empirische Evidenz für Wachstumswirkungen der Verkehrsinfrastruktur. Da laut Sturm et al. (1998) die beiden Wirkungskanäle von Verkehrsinfrastruktur nicht voneinander zu trennen sind, ist es somit eher fraglich, ob der Einwand berechtigt ist.

Ähnlich wie in der Literatur für die USA diskutiert, finden wir somit auch für Deutschland keine empirische Evidenz für eine positive Wirkung der Verkehrsinfrastruktur, wenn die Produktionsfunktion in Niveaugrößen geschätzt wird und für Jahres- sowie Ländereffekte kontrolliert wird. Die ausgewiesenen R^2 in Höhe von 1 ermahnen aber zur Vorsicht und sind ein Indiz für das von Ai und Cassou (1997) thematisierte Multikollinearitätsproblem. Auch die Koeffizienten für die Erwerbstätigenzahl in einer Höhe von über 0,9 lassen die Ergebnisse in den Spalten ohne Jahresdummies problematisch erscheinen, da man bei gesamtwirtschaftlichen Produktionsfunktionen von konstanten Skalenerträgen ausgehen muss, so dass gemäß dem Faktorausschöpfungstheorem die einzelnen Koeffizienten in etwa dem Einkommensanteil der Inputfaktoren entsprechen sollten. Eine Lohnquote von über 0,9 ist deshalb unplausibel.

Unseres Wissens wurde das oben beschriebene Multikollinearitätsproblem lediglich von Ai und Cassou (1997) thematisiert. Auch die Stationaritätsproblematik wurde von Evans und Karras (1994) und Holtz-Eakin (1994) nicht beachtet. Wie Stephan (1997, 2001) und Tatom (1991) haben wir deshalb eine Spezifikation in ersten Differenzen gewählt, um die Stationaritätsproblematik zu beachten, die wir bei unserer

[23] *Vgl. auch Dugall et al. (1999) oder Romp und de Haan (2007: 10).*

Stichprobe nicht ausschließen konnten. In dieser Spezifikation besteht auch keine Multikollinearitätsproblematik mehr (siehe oben). Obwohl in dieser Spezifikation möglicherweise Langfristeffekte unterschätzt werden, sind die Ergebnisse aufgrund fehlender Multikollinearitäts- und Nichtstationaritätsproblematik sehr viel robuster und für die Politik auch belastbarer.

Tabelle 5.3
Schätzergebnisse für die deutsche Produktionsfunktion: Schätzung in ersten Differenzen der logarithmierten Variablen mit Fixed Effects und Jahresdummies

	(1) FGLS	(2) FGLS Länderdummies	(3) PCSE	(4) PCSE Länderdummies
Δln (Verkehrsinfrastr.)	0,012	-0,024	0,040**	0,066***
	(0,022)	(0,024)	(0,019)	(0,019)
Δln (Restkapital)	0,192***	0,080**	0,202***	0,135**
	(0,038)	(0,033)	(0,043)	(0,057)
Δln (Erwerbstätige)	0,575***	0,643***	0,643***	0,785***
	(0,070)	(0,060)	(0,108)	(0,114)
Beobachtungen	176	176	209	209
R-squared	.	.	0,566	0,664
Beachtete Ländereffekte	16	16	16	16

*Notation: Δln(X)= Erste Differenz der nat. Logarithmen der Variablen X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Länder und Jahre nicht ausgewiesen.*

Die Ergebnisse der Schätzung in ersten Differenzen sind in Tabelle 5.3 wiedergegeben. In Spalte (2) und (4) haben wir Länderdummies in die Schätzgleichung aufgenommen, die länderspezifische Trends berücksichtigen sollen (Fixed Effects). Beim FGLS-Schätzer in den Spalten (1) und (2) erhalten wir keine signifikanten Koeffizienten für die Verkehrsinfrastruktur. Die PCSE-OLS-Schätzung bereitet uns dagegen nun empirische Evidenz für einen Wachstumseffekt der Verkehrsinfrastruktur. Ohne Fixed Effects (Spalte (3)) schätzen wir eine Wachstumselastizität in Höhe von 0,04%, mit Fixed Effects (Spalte (4)) sogar in Höhe von 0,066%. F-Tests belegen eine gemeinsame Signifikanz der länderspezifischen Effekte auch in ersten Differenzen. Diese signifikanten Fixed Effects bei einer Spezifikation in ersten Differenzen verweisen auf die oben angesprochenen länderspezifischen Trendvariablen, die in ersten Differenzen als Landesdummies (Fixed Effects) bestehen bleiben.

Die ausgewiesenen R^2 mit Werten unter 0,7 sind vertrauenswürdig (Spalten (3) und (4)), da kein Multikollinearitätsproblem in ersten Differenzen besteht. Testet man für konstante Skalenerträge, so werden diese bei beiden FGLS-Schätzungen bei einem Signifikanzniveau von mindestens 5% bestätigt. Bei den PCSE-Schätzungen dagegen nicht; die Koeffizienten verweisen auf abnehmende Skalener-

träge. Somit können wir eine schwache empirische Evidenz für Wachstumswirkungen von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen finden. Bezüglich des Problems fehlender konstanter Skalenerträge bei den PCSE-Schätzungen in den Spalten (3) und (4) ist anzumerken, dass dieses auch bei früheren Studien bestand (z.B. Evans und Karras 1994).

5.3.2 Robustheitsüberprüfung und regionale Unterschiede

Um unsere Ergebnisse zu vertiefen und auf Robustheit zu überprüfen, haben wir weitere Spezifikationen geschätzt. In einem ersten Schritt haben wir für Unterschiede zwischen **Ost und West** kontrolliert. Dafür wurde ein Dummy für die neuen ostdeutschen Länder eingeführt, D_{Ost}, der bei den neuen Ländern den Wert 1 annimmt und sonst Null ist; die bisherigen Länderdummies wurden dann nicht mehr aufgenommen. Man sollte aufgrund des Aufholprozesses in den neuen Ländern im Durchschnitt dort einen etwas höheren Zuwachs an BIP erwarten, so dass der zu schätzende Koeffizient des Dummies für die neuen Länder positiv sein sollte. Um auch zu überprüfen, ob die Wachstumswirksamkeit von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in Ost und West unterschiedlich ist, haben wir auch den Interaktionsterm $D_{Ost} \cdot \Delta \ln(\text{Verkehrsinfrastruktur})$ in die Regressionsgleichung aufgenommen. Es ist zu erwarten, dass nach der Wiedervereinigung die Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in den neuen Ländern aufgrund des eher maroden Zustands der Verkehrsinfrastruktur dort mit höheren Wachstumseffekten als in den alten Ländern einher gingen.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 5.4 zu finden. In allen Spalten ist statt den Länderdummies der Ost-Dummy verwendet worden. Wie erwartet, finden wir einen positiven Koeffizienten des Ost-Dummys. Wir finden aber wieder nur mittels PCSE empirische Evidenz für Wachstumswirkungen der Verkehrsinfrastruktur (Elastizität von 0,038%). In den Spalten (3) und (4) wurde dann jeweils der Interaktionsterm ergänzt. Der Interaktionsterm ist wie erwartet jeweils positiv und statistisch hoch signifikant. In Spalte (4) finden wir empirische Evidenz, dass die durchschnittliche Wachstumselastizität von Verkehrsinfrastruktur in den Jahren von 1992 bis 2006 bei 0,037% lag und dass diese in den neuen Ländern noch deutlich höher war: die Summe der Koeffizienten beläuft sich auf 1,178% und ist signifikant. Aber auch bei unserer FGLS-Schätzung finden wir nun empirische Evidenz für Effekte: zwar ist der Koeffizient der Verkehrsinfrastruktur Null, aber der Interaktionsterm hat einen signifikanten Koeffizienten von 0,711, so dass nach dieser Schätzung die Wachstumselastizität in den neuen Ländern bei 0,711% lag.

Tabelle 5.4
Schätzergebnisse für den Ost-West-Vergleich

	(1) FGLS	(2) PCSE	(3) FGLS Interaktion	(4) PCSE Interaktion
Δln(Verkehrsinfrastr.)	0.001	0.038**	0.039	0.037**
	(0.024)	(0.018)	(0.031)	(0.017)
Δln(Restkapital)	0.093**	0.088	0.002	0.015
	(0.039)	(0.062)	(0.049)	(0.061)
Δln(Erwerbstätige)	0.677***	0.749***	0.621***	0.754***
	(0.080)	(0.117)	(0.090)	(0.111)
Ost-Indikator	0.007***	0.008***	0.002	-0.001
	(0.002)	(0.003)	(0.003)	(0.004)
Interakt.(Ost)			0.711***	1.141***
			(0.213)	(0.293)
Beobachtungen	176	209	176	209
R-squared	.	0.581	.	0.611

*Notation: Δln(X)= Erste Differenz der nat. Logarithmen der Variablen X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Jahre nicht ausgewiesen.*

Tabelle 5.5
Schätzergebnisse für die westdeutschen Länder

	(1) FGLS	(2) PCSE
Δln(Verkehrsinfrastr.)	0.016***	0.066***
	(0.004)	(0.018)
Δln(Restkapital)	-0.369***	-0.262
	(0.017)	(0.215)
Δln(Erwerbstätige)	0.672***	0.980***
	(0.011)	(0.171)
Beobachtungen	121	154
R-squared	.	0.744
Ländereffekte	11	11

*Notation: Δln(X)= Erste Differenz der nat. Logarithmen der Variablen X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Jahre nicht ausgewiesen.*

Wiederholt man eine Fixed Effects-Schätzung für die elf westdeutschen Länder inklusive Berlins, so findet man empirische Evidenz für Wachstumswirkungen der Verkehrsinfrastruktur sowohl mittels FGLS und PCSE (Tabelle 5.5). Während die Elastizität bei FGLS (Spalte (1)) auf 0,016% geschätzt wird, so ist es bei PCSE wieder 0,066%. Beide Schätzungen sind aber nicht vertrauenswürdig, da der Koeffizient des Restkapitals negativ ist, bei der FGLS-Schätzung sogar signifikant negativ.

Im nächsten Schritt haben wir mittels zwei Methoden für mögliche Effekte der **Stadtstaaten** kontrolliert, da diese stets Besonderheiten aufweisen. Bei den Stadtstaaten ist es am wahrscheinlichsten, dass deren Verkehrsinfrastruktur stark durch Wirtschaftsteilnehmer der anderen Länder als Durchgangsverkehr genutzt wird und umgekehrt diese Stadtstaaten beim Vertrieb ihrer Waren in großem Maße die Infrastruktur der anderen Länder nutzen. Es ist also eine sehr starke Vermischung der Wachstumseffekte der Verkehrsinfrastruktur zu erwarten, die die Messung der Wachstumselastizität deutlich erschwert. Aufgrund der kleinen Fläche sind auch größere Infrastrukturprojekte weniger möglich und der Bestand an Infrastruktur im Verhältnis zur Fläche schon recht hoch. Zum einen haben wir deshalb wie bei den ostdeutschen Ländern einen Dummy für die Stadtstaaten eingeführt. Zum anderen haben wir die Stadtstaaten aus der Stichprobe eliminiert und die Produktionsgleichung nur für die Flächenländer geschätzt. Anschließend haben wir wie beim Ost-West-Vergleich einen entsprechenden Interaktionsterm aufgenommen.

Die Ergebnisse in Tabelle 5.6 belegen den vermuteten negativen Koeffizienten des Stadtstaatendummys: der Koeffizient ist klein, aber in allen Spezifikationen signifikant. In drei der vier Spezifikationen finden wir signifikante positive Koeffizienten der Verkehrsinfrastruktur. Ohne den Interaktionsterm finden wir wieder nur bei der PCSE-Schätzung Evidenz: die Elastizität der Verkehrsinfrastruktur wird auf 0,074% geschätzt. Weder in Spalte (3) noch in Spalte (4) ist der Koeffizient des Interaktionsterms signifikant. Testet man mittels eines F-Tests die gemeinsame Signifikanz der beiden Koeffizienten – der Verkehrsinfrastruktur und des Interaktionsterms – so sind diese bei einem Signifikanzniveau von 9% statistisch signifikant. Auch die deutlich höheren Koeffizienten der Verkehrsinfrastruktur bei Beachtung der Interaktion sind ein Indiz dafür, dass die Stadtstaaten die Wachstumselastizität der Verkehrsinfrastruktur signifikant verändern könnten. Diese Ergebnisse bedeuten, dass die durchschnittliche Elastizität (zumindest bei den Flächenländern) bei 0,48% (PCSE) bis 0,58% (FGLS) liegen würde. Ein Korrelationskoeffizient von 0,996 zwischen dem Interaktionsterm und der ersten Differenz der Verkehrsinfrastruktur belegen in dieser Spezifikation aber ein Kollinearitätsproblem. Schätzt man die Gleichung ohne die Stadtstaaten, so erhält man für die Flächenländer signifikante

Tabelle 5.6
Schätzergebnisse für den Vergleich Stadtstaaten-Flächenländer

	(1) FGLS	(2) PCSE	(3) FGLS Interaktion	(4) PCSE Interaktion
Δln(Verkehrsinfrastr.)	0.054	0.074***	0.578*	0.481*
	(0.044)	(0.023)	(0.346)	(0.287)
Δln(Restkapital)	0.069	0.193***	0.128***	0.170***
	(0.098)	(0.045)	(0.050)	(0.048)
Δln(Erwerbstätige)	0.664***	0.659***	0.598***	0.646***
	(0.133)	(0.109)	(0.116)	(0.107)
Stadtstaat-Indikator	-0.011***	-0.011***	-0.009*	-0.007*
	(0.004)	(0.004)	(0.005)	(0.004)
Interakt.(Stadtstaat)			-0.504	-0.406
			(0.342)	(0.287)
Beobachtungen	176	209	176	209
R-squared	.	0.588	.	0.592

*Notation: Δln(X)= Erste Differenz der nat. Logarithmen der Variablen X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Jahre nicht ausgewiesen.*

negative Koeffizienten für die Verkehrsinfrastruktur (FGLS: -0,73%, signifikant bei Signifikanzniveau von 1%; PCSE: -0,61%, signifikant bei Signifikanzniveau von 10%). Diese widersprüchlichen Ergebnisse lassen daher keinen definitiven Schluss darüber zu, in welche Richtung die Stadtstaatenproblematik unser Ergebnis beeinflusst.

Danach haben wir auch für Effekte aufgrund regionaler Unterschiede in der **Arbeitslosenquote** kontrolliert. Evans und Karras (1994) haben die Arbeitslosenquote aufgenommen, um für konjunkturzyklische Veränderungen aufgrund der unterschiedlichen Auslastung der Erwerbstätigen und des Kapitals zu kontrollieren. Die Idee ist dabei, dass bei einer höheren Arbeitslosigkeit sowohl Arbeit wie auch Kapital unterausgelastet sind und deshalb das Wachstum bei gegebenem Faktoreinsatz geringer sein muss; es wird somit erwartet, dass der zu schätzende Koeffizient negativ ist. Wir haben deshalb die erste Differenz der logarithmierten Arbeitslosenquote und die erste Differenz des Interaktionsterms „ln(Arbeitslosenquote)*ln(Verkehrsinfrastruktur)“ aufgenommen.

Die Ergebnisse in Tabelle 5.7 belegen den erwarteten negativen Effekt der Veränderung der Arbeitslosenquote auf die Veränderung des BIP in den zwei PCSE-Schätzungen: steigt die Arbeitslosenquote um 1%, so geht dies nach diesen Schät-

Tabelle 5.7
Effekte der Arbeitslosigkeit

	(1) FGLS	(2) PCSE	(3) FGLS Interaktion	(4) PCSE Interaktion
Δln(Verkehrsinfrastruktur)	-0.019	0.052***	-0.012	0.041**
	(0.022)	(0.019)	(0.019)	(0.019)
Δln(Restkapital)	0.102***	0.166***	0.093***	0.166***
	(0.032)	(0.059)	(0.032)	(0.058)
Δln(Erwerbstätige)	0.583***	0.649***	0.591***	0.639***
	(0.068)	(0.131)	(0.065)	(0.130)
Δln(Arbeitslosenquote)	-0.012	-0.040**	0.047*	-0.115*
	(0.010)	(0.019)	(0.026)	(0.062)
ΔInterakt.(Arbeitsl.quote)			-0.005**	0.007
			(0.002)	(0.005)
Beobachtungen	176	209	176	209
R-squared	.	0.677	.	0.677
Ländereffekte	16	16	16	16

*Notation: Δln(X)= Erste Differenz der nat. Logarithmen der Variablen X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Jahre und Länder nicht ausgewiesen.*

zungen mit einem Rückgang der Wachstumsrate um 0,04 bis 0,12% einher. Für einen direkten Effekt auf die Wachstumswirksamkeit der Verkehrsinfrastruktur findet sich nur in der FGLS-Schätzung in Spalte (3) ein Indiz; hier ist der Koeffizient der Arbeitslosenquote aber positiv, was unserer Theorie widerspricht. Wir finden in dieser Spezifikation wieder nur bei den PCSE-Schätzungen Evidenz für einen Effekt der Verkehrsinfrastruktur auf das Wachstum. Danach liegt die Elastizität bei 0,041 bis 0,052%.

Wir haben auch die erste Differenz des quadrierten Infrastrukturterms aufgenommen, aber keinerlei Hinweise auf einen **nichtlinearen Zusammenhang** gefunden. Alternativ haben wir auch nach Indizien gesucht, die auf einen variablen Effekt der Verkehrsinfrastruktur im **Zeitverlauf** schließen lassen. Hierfür haben wir ein Zeitfenster von acht Jahren (die durchschnittliche Zeitspanne eines Konjunkturzykluses) im Zeitverlauf verschoben („rolling window"). Da bei dem FGLS-Schätzer nur Jahre ab 1995 verwendet werden können und wir bei dieser Schätzmethode (fast) keine empirische Evidenz für einen Wachstumseffekt finden konnten, haben wir diese Schätzungen ausschließlich mit dem PCSE-Schätzer durchgeführt.

Laut unseren Schätzergebnissen in Tabelle 5.8 kann die Wachstumswirkung der Verkehrsinfrastruktur nur in den frühen 1990er Jahren empirisch belegt werden: Im Zeitraum von 1993 bis 2000 finden wir wieder eine hoch signifikante Elastizität in

Höhe von 0,067%. In den beiden anderen Zeitfenstern finden wir keine empirische Evidenz für Wachstumseffekte der Verkehrsinfrastruktur in Deutschland. Da wir auch höhere Elastizitäten für die neuen Länder gefunden haben (Tabelle 5.4), könnte der gefundene Wachstumseffekt in unserer Studie u.a. auf den Wachstumswirkungen der Verkehrsinfrastruktur in den neuen Ländern nach der Wiedervereinigung basieren.

Tabelle 5.8
Effekte über die Zeit (rolling window)

	(1)	(2)	(3)
	1993 bis 2000	1996 bis 2003	1999 bis 2006
Δln(Verkehrsinfrastruktur)	0.067***	-0.004	0.061
	(0.022)	(0.029)	(0.139)
Δln(Restkapital)	0.237*	0.021	0.029
	(0.126)	(0.062)	(0.135)
Δln(Erwerbstätige)	0.824***	0.835***	0.690***
	(0.176)	(0.133)	(0.146)
Beobachtungen	113	128	128
R-squared	0.724	0.757	0.721
Ländereffekte	16	16	16

*Notation: Δln(X)= Erste Differenz der nat. Logarithmen der Variablen X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Jahre und Länder nicht ausgewiesen.*

Um weitere Erkenntnisse über die regionalen Bedingungen, die Wachstum und die Wirkung von Verkehrsinfrastrukturinvestition fördern bzw. hindern, zu erhalten, haben wir als nächstes für die **Bevölkerungsdichte- und Altersstruktur** der einzelnen Bundesländer kontrolliert. Die Bevölkerungsdichte ist dabei als Anzahl an 100 Einwohnern pro Quadratkilometer gemessen. Bei der Altersstruktur haben wir zwei alternative Kennzahlen berechnet: zum einen haben wir einen modifizierten Altersquotienten berechnet, der das Verhältnis zwischen den Menschen, die 60 Jahre und älter sind (Ruheständler), und denen die jünger sind, ausdrückt. Alternativ haben wir den etwas informativeren Indikator des durchschnittlichen Alters der Bevölkerung verwendet, der das Alter in Dekaden misst. Diese Kennzahlen sind auch aus demographischer Sicht von Interesse, da diese sich aufgrund des demographischen Wandels in den kommenden Jahrzehnten stetig erhöhen werden. Bevölkerungsdichte und Durchschnittsalter haben wir logarithmiert. Als Interaktionsterm haben wir bei der Bevölkerungsdichte das Produkt aus der ersten Differenz der logarithmierten Verkehrsinfrastruktur und der Bevölkerungsdichte selbst verwendet; dabei prüft man, ob die Bevölkerungsdichte selbst einen Einfluss auf den Effekt hat. Analog sind wir beim Altersquotient vorgegangen.

Tabelle 5.9
Effekte der Bevölkerungsdichte

	(1) Bev.dichte Erste Differenz	(2) Bev.dichte Niveau	(3) Bev.dichte Niveau, Int.
Δln(Verkehrsinfrastruktur)	0.068***	0.068***	-0.056
	(0.019)	(0.020)	(0.053)
Δln(Restkapital)	0.103*	0.151***	0.140
	(0.062)	(0.051)	(0.086)
Δln(Erwerbstätige)	0.760***	0.706***	0.763***
	(0.121)	(0.108)	(0.116)
Δln(Bev.dichte)	0.100		
	(0.320)		
ln(Bev.dichte)		-0.004***	-0.025
		(0.001)	(0.068)
Int.(Δln(Verk.infra.)*Dichte)			0.004**
			(0.002)
Beobachtungen	208	209	209
R-squared	0.667	0.586	0.680
Ländereffekte	16	16	16

*Notation: Δln(X)= Erste Differenz der nat. Logarithmen der Variablen X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Jahre und Länder nicht ausgewiesen.*

Bei diesen Aspekten haben wir nur noch die PCSE-Schätzungen durchgeführt. Auf Basis unserer bisherigen Ergebnisse ist davon auszugehen, dass wir im Folgenden bei FGLS-Schätzungen weniger Evidenz für Wachstumseffekte der Verkehrsinfrastruktur finden würden.

Die Ergebnisse für die Bevölkerungsdichte sind in Tabelle 5.9 wiedergegeben. Wir sehen, dass die Veränderung der Bevölkerungsdichte keinen Effekt auf das Wachstum hat. Das Niveau der Dichte hat dagegen einen negativen Effekt. In beiden Spezifikationen (Spalte (1) und (2)) schätzen wir eine Wachstumselastizität der Verkehrsinfrastruktur von 0,068%. Fügt man den Interaktionsterm ein, so finden wir keinen durchschnittlichen Effekt der Verkehrsinfrastruktur mehr. Der signifikante, positive Koeffizient des Interaktionsterms ist ein schwaches Indiz für leichte Wachstumseffekte der Verkehrsinfrastruktur in dicht besiedelten Regionen.

Die Ergebnisse zur Altersstruktur finden sich in Tabelle 5.10. In Spalte (1) finden wir einen negativen Effekt des Altersquotienten auf das Wachstum. Die Wachstumselastizität der Verkehrsinfrastruktur ist wieder 0,067%. In Spalte (2) finden wir

Tabelle 5.10
Effekte der Altersstruktur

	(1) Altersquotient	(2) Altersquotient Interaktionsterm	(3) Durchsch.alter 1. Differenz	(4) Durchsch.alter Niveau
Δln(Verkehrsinfrastr.)	0.067***	0.328**	0.061***	0.077***
	(0.018)	(0.134)	(0.021)	(0.017)
Δln(Restkapital)	-0.098	-0.059	0.119*	-0.190
	(0.118)	(0.117)	(0.061)	(0.121)
Δln(Erwerbstätige)	0.832***	0.800***	0.815***	0.798***
	(0.114)	(0.112)	(0.129)	(0.109)
Altersquotient	-0.003**	-0.002		
	(0.001)	(0.001)		
Int.(Δln(Verk.infra.)*Altersquot.)		-0.010**		
		(0.005)		
Δln(Durchschnittsalter)			0.799	
			(1.224)	
ln(Durchschnittsalter)				-0.477***
				(0.162)
Beobachtungen	209	209	209	209
R-squared	0.673	0.685	0.660	0.684
Ländereffekte	16	16		

*Notation: Δln(X)= Erste Differenz der nat. Logarithmen der Variablen X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Jahre und Länder nicht ausgewiesen.*

ebenfalls Evidenz für einen positiven Effekt, welcher bei steigendem Altersquotienten in einem Land sich verringert. Die Wachstumselastizität in Höhe von 0,328% ist allerdings unglaubwürdig, da der Korrelationskoeffizient zwischen dem Interaktionsterm und der ersten Differenz des logarithmierten Verkehrsinfrastrukturbestandes mit über 0,99 auf ein Kollinearitätsproblem hinweist. In den Spalten (3) und (4) sind die Schätzergebnisse mit dem Durchschnittsalter statt dem Altersquotienten angegeben. Wir sehen, dass nicht die Veränderung, sondern das Niveau des Durchschnittsalters entscheidend ist: das Wachstum ist geringer, wenn das durchschnittliche Alter der Bevölkerung steigt.

In Tabelle 5.11 haben wir noch einmal das vollständige Modell mit allen als signifikant einzuordnenden Variablen mittels FGLS und PCSE geschätzt. Wir sehen, dass die Koeffizienten der Bevölkerungsdichte, aber auch des Restkapitalstocks, insignifikant sind. Die Wachstumselastizität der Verkehrsinfrastruktur ist mit 0,065% wieder in der bisherigen Größenordnung.

Tabelle 5.11
Schätzergebnisse in ersten Differenzen: Vollständiges Modell

	(1) FGLS	(2) PCSE
Δln(Verkehrsinfrastruktur)	-0.003	0.065***
	(0.019)	(0.021)
Δln(Restkapital)	-0.058	-0.025
	(0.036)	(0.126)
Δln(Erwerbstätige)	0.629***	0.671***
	(0.043)	(0.133)
Alterquotient	-0.003***	-0.004***
	(0.000)	(0.001)
ln(Bev.dichte)	-0.072	-0.103
	(0.044)	(0.069)
Δln(Arbeitslosenquote)	-0.015**	-0.042**
	(0.006)	(0.019)
Beobachtungen	176	209
R-squared		0.692
Ländereffekte	16	16

*Notation: Δln(X)= Erste Differenz der nat. Logarithmen der Variablen X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Jahre und Länder nicht ausgewiesen.*

Wir haben alle Spezifikationen auch in logarithmierten Niveaus statt in ersten Differenzen geschätzt, da die Spezifikationen in ersten Differenzen die Langfristeffekte möglicherweise nicht vollständig erfassen. In diesen Spezifikationen haben wir das oben genannte starke Multikollinearitätsproblem und möglicherweise auch ein Nichtstationaritätsproblem. Mit Fixed Effects und Jahresvariablen findet man wie in den Studien für die USA auch hier keine signifikanten Effekte der Verkehrsinfrastruktur. Kontrolliert man allerdings für Aspekte wie das Alter, Ost-West und/oder die Arbeitslosenquote, so findet man ebenfalls signifikante Effekte; die geschätzte Elastizität der Verkehrsinfrastruktur bewegt sich hier in der Bandbreite von etwa 0,02 bis 0,4%. Anders als in ersten Differenzen, erzielt man bei einer Beschränkung auf die Flächenländer hier eine signifikante Elastizität, die mit 0,7% sehr viel höher liegt. Der Unterschied zwischen Stadtstaaten und Flächenländern bleibt also völlig offen. Die Ergebnisse der Niveauschätzungen sind aufgrund der statistischen Probleme aber deutlich weniger vertrauenswürdig und deshalb nicht berichtet. So belegt ein R2 von genau Eins in allen PCSE-Schätzungen und die sehr sprunghaften Koeffizienten in dieser Spezifikation, dass die Ergebnisse nicht belastbar sind.

Um das Problem der **Spillovereffekte** zwischen den Ländern zu beachten, haben wir die Effekte, die von den Investitionen in allen anderen Ländern auf die Produktion in

einem Bundesland ausgehen, ebenfalls mit berücksichtigt. Dabei wurden für jedes Bundesland die Summe der gewichteten Verkehrsinfrastrukturen aller anderen Länder, gewichtet nach der Distanz der Landeshauptstädte (in einzelnen Fällen davon abweichend von der Wirtschaftsmetropole des Landes), berechnet und als zusätzlicher Produktionsfaktor aufgenommen (vgl. auch Holz-Eakin und Schwartz 1995; Romp und de Haan 2007: 12).[24]

Tabelle 5.12
Schätzergebnisse in ersten Differenzen: Spillovereffekte

	(1) FGLS	(2) PCSE	(3) FGLS	(4) PCSE
Δln(Verkehrsinfrastruktur)	-0.001	0.069***	-0.002	0.065***
	(0.019)	(0.019)	(0.020)	(0.021)
Δln(Verk.infrastr., Nachbarn)	3.266***	2.972	1.539**	-0.540
	(0.530)	(1.838)	(0.760)	(2.161)
Δln(Restkapital)	0.059**	0.096	-0.063*	-0.026
	(0.026)	(0.062)	(0.037)	(0.126)
Δln(Erwerbstätige)	0.664***	0.784***	0.652***	0.671***
	(0.036)	(0.115)	(0.041)	(0.133)
Alterquotient			-0.003***	-0.004**
			(0.000)	(0.002)
ln(Bev.dichte)			-0.048	-0.110
			(0.044)	(0.075)
Δln(Arbeitslosenquote)			-0.014**	-0.042**
			(0.006)	(0.019)
Beobachtungen	176	209	176	209
R-squared	.	0.668	.	0.692
Ländereffekte	16	16		

*Notation: Δln(X)= Erste Differenz der nat. Logarithmen der Variablen X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Jahre und Länder nicht ausgewiesen.*

In Tabelle 5.12 sind die Ergebnisse mittels FGLS und PCSE jeweils für unser Grundmodell und für das vollständige Modell in ersten Differenzen ausgewiesen. Die gefundenen Effekte der Verkehrsinfrastruktur bei Schätzung mittels PCSE sind robust gegenüber dieser Erweiterung: die Elastizität von gut 0,06 bis 0,07% bleibt bestehen. Bei FGLS bleiben die Koeffizienten der einheimischen Verkehrsinfrastruktur insignifikant. Aber wir finden bei FGLS nun hohe signifikante Wachstumseffekte der gewichteten Verkehrsinfrastruktur der anderen Bundesländer und damit empirische Evidenz für die Bedeutung von Spillovereffekten in Deutschland zwischen den

[24] *Cohen und Morrison Paul (2004) verwendeten dieses Vorgehen bei einer Kostenfunktionsschätzung.*

Ländern. Dieser Effekt lässt sich bei Schätzungen mit PCSE allerdings nicht nachweisen.

Ein mögliches verbleibendes Problem ist die Annahme der Exogenität der Verkehrsinfrastruktur. Ein höheres BIP könnte über höhere Steuereinnahmen aber zu mehr Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur führen (Schlag 1997). Dieses Endogenitätsproblem könnte unsere Ergebnisse – wie schon oben ausgeführt – verzerren. Regressiert man als groben Test die Veränderung der logarithmierten Verkehrsinfrastruktur auf die Veränderung des logarithmierten BIP, so finden wir keine signifikante Elastizität zwischen den Größen. Dies könnte ein Indiz sein, dass das Endogenitätsproblem unsere Ergebnisse nicht stark beeinflusst. In diese Richtung argumentiert auch Munnel (1992: 194). Mangels einer nutzbaren Instrumentvariablen, konnten wir dieses mögliche Problem nicht weiter adressieren.

5.4 Schätzung der kurz- und langfristigen Effekte: Dynamische Modelle

Um kurz- und langfristige Effekte zu trennen, haben wir, anders als Stephan und Seitz für Deutschland oder Evans und Karras (1994), Holtz-Eakin (1994) oder ältere Studien für die USA, auch dynamische Panelmodelle geschätzt. Dabei wird der Wert des BIP im Vorjahr in der Regression zusätzlich mit berücksichtigt (Kennedy 2008: 287). Die dynamische Modellvariante unseres statischen Modells des vorigen Abschnitts sieht daher folgendermaßen aus:

$$\Delta \ln(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_Y \Delta \ln(Y_{i,t-1}) + \beta_V \cdot \Delta \ln\left(K_{it}^V\right) + \beta_R \cdot \Delta \ln\left(K_{it}^R\right) + \beta_A \cdot \Delta \ln\left(L_{it}\right) + D_i + D_t + u_{it} \quad (8)$$

Der Koeffizient β_Y misst nun den Effekt, den das Niveau des BIP des Vorjahres auf das Niveau dieses Jahres hat. Der kurzfristige Effekt von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen (im Jahr der Investition) wird durch β_V gemessen. Da der akkumulierte langfristige Effekt sich daraus ergibt, dass der kurzfristige positive Effekt auf das BIP im ersten Jahr der Investition sich im Folgejahr durch den positiven Effekt auf das BIP im Vorjahr weiter erhöht, kann dieser Effekt im zweiten Jahr durch das Produkt $\beta_V \cdot \beta_Y$ gemessen werden, der Effekt im dritten Jahr durch $\beta_V \cdot \beta_Y^2$, usw. Der gesamte langfristige Effekt über alle Folgejahre ergibt sich dann durch die Formel $\beta_V^{lang} = \beta_V / \left(1 - \beta_Y\right)$ (vgl. z.B. Pesaran und Smith 1995: 81).[25]

Bei dynamischen Modellen in Niveaugrößen sind Fixed-Effect-Schätzungen, gerade bei Schätzungen mit kleinen Stichproben, verzerrt (Nickel 1981; Pesaran und

[25] *Führt man die Effekte bis in alle Unendlichkeit weiter, erhält man die „Geometrische Reihe"* $\beta_V \cdot \left(1 + \beta_Y + \beta_Y^2 + \ldots + \beta_Y^\infty\right)$, *die für* $|\beta_Y| < 1$ *dem Term* $\beta_V / \left(1 - \beta_Y\right)$ *entspricht.*

Smith 1995; Baum 2006: 232; Kennedy 2008: 287, 291-292). Daher müssen speziell für dynamische Panelmodelle entwickelte Schätzmethoden zur Anwendung kommen. Bei Verwendung von kleinen Stichproben, wie der unsrigen, ist aber bis heute unklar, welche Schätzmethode die beste ist (Kiviet 1995: 72). Allerdings zeigen Monte Carlo Simulationen, dass für Paneldaten, die nicht mehr als 20 Jahre und nicht mehr als 50 Beobachtungseinheiten (bei uns die Länder) abdecken, der für kleine Stichproben korrigierte Schätzer von Kiviet[26] (1995) und der Anderson-Hsiao-Schätzer (Anderson und Hsiao 1981) besser als der sog. Differenzen-GMM-Schätzer ist (Judson und Owen 1996; vgl. auch di Liberto et al. 2008: 352).

Judson und Owen (1997: 8) zeigen, dass die Verzerrung der kurzfristigen Elastizitäten normalerweise nicht sehr groß ist. Die Verzerrung der Koeffizienten des BIPs des Vorjahres kann dagegen sehr groß sein, so dass Schätzungen der langfristigen Wirkungen mit größerer Unsicherheit belegt sind, wenn das Problem nicht adressiert wird. Nach Judson und Owens' Simulationen sollte man bei Paneldaten von nicht mehr als zehn Jahresbeobachtungen den Schätzer von Kiviet verwenden, aber bei längeren Beobachtungsreihen, wie bei uns, den von Anderson und Hsiao. Ist man vor allem an der Höhe der Elastizität interessiert (und weniger an der korrekten Signifikanzangabe), so spricht auch die im Vergleich zu den anderen Schätzern im Durchschnitt geringste Verzerrung der Schätzergebnisse bei dem Anderson-Hsiao-Schätzer für diesen. Im Folgenden schätzen wir deshalb unser dynamisches Modell vor allem mit dem Anderson-Hsiao-Schätzer.

Eine Lösung des Problems bei dynamischen Modellen liegt darin, das Modell in logarithmierten Größen mit Fixed Effects in erste Differenzen zu überführen, um die Fixed Effects zu eliminieren und dann einen Instrumentenvariablenschätzer zu verwenden (Kennedy 2008: 291). Anderson und Hsaio (1981) verwenden das Niveau des BIP vor zwei Jahren, $Y_{i,t-2}$, als Instrument für die erste Differenz des BIP des Vorjahres. Da wir unser Modell ohnehin schon in ersten Differenzen in Logarithmen schätzen, müssen wir nur noch einen Instrumentenvariablenschätzer verwenden.

Alternativ haben wir zeitlich verzögerte Werte der Verkehrsinfrastruktur in das statische Modell eingebaut, um die Effekte von Veränderungen der Verkehrsinfrastruktur in früheren Jahren auf das gegenwärtige BIP zu schätzen. Das Modell hat dann folgende Form:

[26] Der Schätzer von Kiviet ist ein zweistufiges Verfahren, bei dem in einem ersten Schritt eine unkorrigierte Schätzung (z.B. eine Anderson-Hsaio-Schätzung) durchgeführt wird und in einem zweiten Schritt die Fehlerterme dieses Ergebnisses für die Berechnung der Verzerrung verwendet werden, um eine Korrektur vorzunehmen.

$$\Delta \ln(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_V \cdot \Delta \ln\left(K_{it}^V\right) + \beta_{V2} \cdot \Delta \ln\left(K_{i,t-1}^V\right) + \beta_{V3} \cdot \Delta \ln\left(K_{i,t-2}^V\right) + \ldots + \beta_R \cdot \Delta \ln\left(K_{it}^R\right) + \beta_A \cdot \Delta \ln\left(L_{it}\right) + D_i + D_t + u_{it} \quad (9)$$

Dabei repräsentiert β_V wieder den Effekt im ersten Jahr der Investition, β_{V2} den Effekt im zweiten Jahr usw. Diese Methode führt aber oft nicht zum Ziel, da die Wachstumseffekte nur mit wechselnden Vorzeichen über die gegenwärtige Variable und die verzögerten Variablen verteilt werden und die einzelnen Koeffizienten dann eher irreführend sein können.

Da bei Verwendung von ersten Differenzen die Gefahr besteht, dass nur noch die eher kurzfristige Beziehung geschätzt wird, könnte die Verwendung des dynamischen Modells in ersten Differenzen zur Ermittlung der langfristigen Effekte ungeeignet sein. Daher wurde auch eine Schätzung des dynamischen Modells in Niveaugrößen geschätzt, die mit dem oben benannten Problem einer Verzerrung der Koeffizienten einher geht.

5.4.1 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Schätzungen mit einem verzögerten Regressor zu Spezifikation (9) sind in Tabelle 5.13 wiedergegeben. Sowohl bei der FGLS- als auch bei der PCSE-Schätzung erhalten wir Evidenz für eine positive kurzfristige Wachstumselastizität der Verkehrsinfrastruktur: bei der FGLS-Schätzung beläuft sie sich auf 0,085% und bei der PCSE-Schätzung auf 0,109%. Der Folgeeffekt nach einem Jahr wird bei FGLS auf -0,107% geschätzt, während bei PCSE kein Effekt mehr nachzuweisen ist. Die geschätzte Produktionsfunktion bei FGLS erfüllt die Bedingung konstanter Skalenerträge, die bei PCSE nicht. Unsere Ergebnisse geben Indizien für eine kurzfristig höhere Wachstumselastizität der Verkehrsinfrastruktur in Höhe von 0,09 bis 0,11%.

In Tabelle 5.14 finden sich die Schätzungen zum dynamischen Modell (Spezifikation (8)); dabei wurden, soweit möglich, bei allen Schätzungen die Fehler für kleine Stichproben korrigiert. Wir finden keine Belege für langfristige Effekte, da der Koeffizient für das verzögerte ΔBIP stets insignifikant ist. Auch für kurzfristige Effekte der Verkehrsinfrastruktur finden wir nur sehr schwache Indizien. In Spalte (1) haben wir Anderson-Hsaio folgend die Vorjahresveränderung Δ[ln(BIP des Vorjahres)] mit dessen Vorjahresniveau instrumentiert, und keinen signifikanten Effekt gefunden. In Spalte (2) haben wir die Jahreseffekte mit einer Trendvariablen ersetzt und eine Kurzfristelastizität von 0,082% gefunden, also in einer ähnlichen Größenordnung wie in der Spezifikation mit einem verzögerten Regressor in Tabelle 5.12.

Tabelle 5.13
Schätzergebnisse in ersten Differenzen: Verzögerter Regressor

	(1) FGLS	(2) PCSE
Δln(Verkehrsinfrastruktur)	0.085***	0.109**
	(0.028)	(0.053)
Δln(Verkehrsinfrastruktur, Vorjahr)	-0.107***	-0.067
	(0.028)	(0.041)
Δln(Restkapital)	0.086***	0.114**
	(0.030)	(0.054)
Δln(Erwerbstätige)	0.624***	0.652***
	(0.063)	(0.105)
Beobachtungen	176	198
R-squared	.	0.633
Ländereffekte	16	16

*Notation: Δln(X)= Erste Differenz der nat. Logarithmen der Variablen X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Jahre und Länder nicht ausgewiesen.*

Tabelle 5.14
Schätzergebnisse in ersten Differenzen: Dynamisches Modell

	(1) FE IV	(2) FE IV,	(3) System-GMM 1-stufig	(4) Diff. GMM 1-stufig
Δ[ln(BIP des Vorjahres)]	0.065	-0.122	0.129	-0.017
	(0.383)	(0.283)	(0.075)	(0.042)
Δ[ln(Verkehrsinfrastr.)]	0.036	0.082**	-0.016	0.030**
	(0.047)	(0.039)	(0.020)	(0.013)
Δ[ln(Restkapital)]	0.067	0.191	0.128**	0.094
	(0.165)	(0.129)	(0.051)	(0.096)
Δ[ln(Erwerbstätige)]	0.628***	0.903***	0.484***	0.652***
	(0.240)	(0.139)	(0.102)	(0.131)
Trend		0.000		
		(0.000)		
Jahresdummies	Ja	Nein	Ja	Ja
Beobachtungen	187	187	198	182
R-squared	0.452	0.450	.	.
AR(1)			0.001	0.000
AR(2)			0.750	0.394
Hansen (p-Wert)			1	1
Ländereffekte	16	16		

*Notation: Δln(X)= Erste Differenz der nat. Logarithmen der Variablen X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Jahre und Länder nicht ausgewiesen.*

Wir haben auch die von Judson und Owen (1996: 9) als weniger präzise Methode erachtete GMM-Schätzung verwendet. Die Simulationen von Judson und Owen ergaben, dass die Qualität der einstufigen Differenzen-GMM-Methodik höher war als die der zweistufigen. Daher haben wir einstufige GMM-Schätzer verwendet. In Spalte (3) finden sich die Ergebnisse der einstufigen System-GMM-Schätzung (Arellano und Bover 1995; Blundell und Bond 1998; Roodman 2006), die wieder keinerlei Effekte belegen kann. In Spalte (4) schließlich sind die Ergebnisse einer einstufigen Differenzen-GMM-Schätzung (Arellano und Bond 1991) angegeben, die eine Kurzfristelastizität von 0,03% ausweist. In beiden GMM-Schätzungen belegen die P-Werte des Arellano-Bond-Tests für AR(1) und AR(2) als auch der P-Wert des Hansen-Tests, dass die Annahmen der Schätzmethode erfüllt zu sein scheinen, die Spezifikationen also in Ordnung sind.

In Tabelle 5.15 sind schließlich die Niveauschätzungen des dynamischen Modells angegeben. Hier finden wir hohe signifikante Koeffizienten der verzögerten BIP-Variablen, so dass dynamische Langfristeffekte bestimmbar sind. Da die Ergebnisse in Niveaugrößen aber verzerrt sind, sind die Koeffizienten nicht ganz vertrauenswürdig. In Spalte (1) wurde das Modell mit Fixed Effects und Jahresdummies geschätzt. Wir finden hier eine signifikante negative Elastizität der Verkehrsinfrastruktur. In Spalte (2) haben wir die Jahreseffekte eliminiert und finden eine positive Kurzfristelastizität in Höhe von 0,033%, die langfristig auf 0,121% steigt. Da die Jahresdummies in Spalte (1) gemeinsam signifikant sind, ist die Spezifikation in Spalte (2) aber zweifelhaft. In Spalte (3) wiederum haben wir in der Spezifikation (1) den quadrierten Term der logarithmierten Verkehrsinfrastruktur aufgenommen. Wir finden eine positive Elastizität in Höhe von 0,13%, die mit der Höhe des Verkehrsinfrastrukturbestandes aber fällt. Dies ist ein Indiz für einen nichtlinearen Zusammenhang zwischen Verkehrsinfrastruktur und BIP: je höher der Bestand an Verkehrsinfrastruktur, desto niedriger die Wachstumselastizität der Verkehrsinfrastruktur. Der marginale Effekt von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen ist also abhängig vom aktuellen Bestand der Verkehrsinfrastruktur. Entspricht β_{V^2} dem Koeffizienten des quadratischen Verkehrsinfrastrukturterms, so kann die bedingte Elastizität mittels folgender Formel bestimmt werden (Bauer et al. 2009: 238): $\beta_V + 2\beta_{V^2} \ln(\text{Verkehrsinfrastruktur})$. Nach dieser Schätzung ist die maximale kurzfristige Wachstumselastizität 0,13%, die langfristig auf 1,35% wachsen würde. Gemäß $\beta_{V^2} < 0$ sinkt diese aber mit zunehmendem Bestand an Verkehrsinfrastruktur. Vergleicht man die Ergebnisse mit denen des statischen Modells, so zeigt sich, dass die Ergebnisse im statischen Modell zwischen den hier als kurz- und langfristig geschätzten Werten liegen. Da die Schätzungen in Niveaugrößen aber verzerrt sind, können diese auch nur qualitativ interpretiert werden.

Tabelle 5.15
Schätzergebnisse in Niveaugrößen: Dynamisches Modell

	(1)	(2)	(3)
ln(BIP des Vorjahres)	0.908***	0.728***	0.904***
	(0.042)	(0.057)	(0.041)
ln(Verkehrsinfrastr.)	-0.031***	0.033***	0.130*
	(0.010)	(0.010)	(0.077)
[ln(Verkehrsinfrastr.)]²			-0.012**
			(0.006)
ln(Restkapital)	-0.108***	0.083***	-0.085***
	(0.027)	(0.026)	(0.029)
ln(Erwerbstätige)	-0.040	0.359***	0.001
	(0.056)	(0.056)	(0.060)
Jahresdummies	Ja	Nein	Ja
Beobachtungen	214	214	214
R-squared	1	1	1
Ländereffekte	16	16	16

*Notation: ln(X)= nat. Logarithmus der Variablen X – Konfidenzniveaus: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, d.h., signifikant bei Signifikanzniveau von 1%, 5% oder 10%; In Klammern: Standardfehler; Konstanten und Dummies für die Jahre und Länder nicht ausgewiesen.*

5.5 Fazit

Ähnlich wie in den Untersuchungen für die USA (z.B. Evans und Karras 1994; Holtz-Eakin 1994) findet man in Deutschland bei Beachtung jahres- und länderspezifischer Effekte zunächst keine durchschnittliche Wachstumswirksamkeit der Verkehrsinfrastruktur. Diese Schätzungen leiden aber unter statistischen Problemen. Kontrolliert man für diese, so findet man empirische Evidenz für eine positive Wachstumselastizität der Verkehrsinfrastruktur.

Schätzt man die Produktionsfunktion auf Länderebene in ersten Differenzen, um das vorhandene Multikollinearitätsproblem und ein von uns nicht ausschließbares Nichtstationaritätsproblem zu lösen, und berechnet landesspezifisch um Heteroskedastizität und Autokorrelation (AR(1)) korrigierte Standardfehler (PCSE), so findet man recht robuste empirische Evidenz für Wachstumseffekte der Verkehrsinfrastruktur. Wir finden empirische Evidenz für landesspezifische Trends, so dass auch in der Spezifikation mit ersten Differenzen Fixed Effects zu beachten sind. Beachtet man diese länderspezifische Trends, so finden wir sogar höhere signifikante durchschnittliche Wachstumseffekte der Verkehrsinfrastruktur. Bei der Bundesländeranalyse finden wir somit empirische Evidenz für eine Wachstumswirksamkeit der Verkehrsinfrastruktur in Deutschland. Für den Zeitraum von 1993 bis 2006 fanden wir stets positive Elastizitäten. Die mögliche Bandbreite des Wachstumseffekts einer 1%-igen Erhöhung der Verkehrsinfrastruktur beläuft sich von 0,04

bis 0,08% (statisches Modell). Wendet man diese Elastizitäten auf das Jahr 2008 an, so hätte eine Investition in Höhe von 1 Mrd. € im Durchschnitt das BIP um etwa 131 bis 262 Mio. € erhöht.[27] Die am häufigsten gefundenen Elastizitäten für den Langfristeffekt lagen im Bereich von 0,065 bis 0,07%, was bei einer Investition in Höhe von 1 Mrd. € mit einem BIP-Anstieg von 230 bis 250 Mio. € gleichzusetzen ist.

Allerdings ist dieses Ergebnis nicht robust gegenüber der Schätzmethode. Verwendet man FGLS-Schätzungen findet man nur vereinzelt signifikante langfristige Effekte der Verkehrsinfrastruktur. Diese Schätzungen bereiten keine definitive Evidenz für durchschnittliche Wachstumseffekte der Verkehrsinfrastruktur auf Bundeslandebene. Die FGLS-Berechnungen leiden allerdings an dem Problem, dass durch die Notwendigkeit der Schätzung einer Korrekturmatrix die Freiheitsgrade sehr klein waren und teilweise mehr Koeffizienten geschätzt werden mussten als es Freiheitsgrade gab. Die geschätzten Produktionsfunktionen erfüllen aber die Annahme konstanter Skalenerträge. Diese Bedingung wird bei den PCSE-Schätzungen nicht erfüllt.

Betrachtet man bei den PCSE-Schätzungen den Effekt über ein achtjähriges Zeitfenster (ungefähre Länge eines Konjunkturzykluses), so zeigt sich, dass in den beiden Spezifikationen für die speziellen Zeiträume von 1996 bis 2003 und 1999 bis 2006 keine signifikanten positiven Effekte gefunden werden. Nur für die Zeit von 1993 bis 2000 finden wir signifikante Effekte, so dass Verkehrsinfrastrukturinvestitionen vermutlich vor allem nach der Wiedervereinigung Wachstumseffekte hatten. Wir finden darüber hinaus, wie auch bei den FGLS-Schätzungen, dass die Wachstumswirksamkeit von Verkehrsinfrastruktur in den neuen Ländern im Durchschnitt stärker war als in den alten Ländern. Für die neuen Länder ergeben sich hohe Elastizitäten von 0,7 bis 1,18%, so dass dort eine Investition in Höhe von 1 Mrd. € das BIP langfristig um 2,29 bis 3,87 Mrd. € erhöhte. Dies legt den Schluss nahe, dass die gefundenen durchschnittlichen Effekte u.a. durch die Wachstumswirksamkeit in den neuen Ländern nach der Wiedervereinigung getrieben sind. Aber auch für die westdeutschen Länder inklusive Berlin finden wir isoliert positive Elastizitäten.

Des Weiteren finden wir Evidenz, dass die Wirksamkeit von Verkehrsinfrastruktur in Regionen mit höherem Altersquotienten, also mit überdurchschnittlich vielen Ruheständlern, leicht geringer ist und in Regionen mit überdurchschnittlicher Bevölkerungsdichte leicht steigt. Die Arbeitslosigkeit in einem Land scheint keinen

[27] *Der gegenwärtige Bruttowert der deutschen Verkehrsinfrastruktur liegt etwa bei 760 Mrd. €. Eine 1%-ige Erhöhung ist somit mit gesamtstaatlichen Verkehrsinfrastrukturinvestitionen (netto) in Höhe von 7,6 Mrd. € gleichzusetzen. Bei einem BIP von 2491,4 Mrd. € (2008) bedeutet eine Elastizität von 0,08% also einen Anstieg des BIP um knapp 2 Mrd. €. Umgerechnet auf eine Investition von 1 Mrd. € bedeutet dies einen Effekt von etwa 262 Mill. €.*

Effekt auf die Wirksamkeit von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen zu haben. Welchen Unterschied es zwischen Stadtstaaten und Flächenländern gibt, konnte aufgrund widersprüchlicher Ergebnisse in unseren Schätzungen nicht beantwortet werden.

Wir finden darüber hinaus empirische Evidenz für die Existenz von Spillovereffekten zwischen den Ländern in Deutschland: Schätzt man mittels FGLS, so sind die hohen Koeffizienten der gemäß Distanz gewichteten Verkehrsinfrastrukturbestände der anderen Länder stets signifikant, d.h., die Produktionsleistung eines Bundeslandes ist u.a. auch signifikant von den Verkehrsinfrastrukturen der anderen deutschen Länder bestimmt. Hierfür finden wir bei Schätzung mittels PCSE aber keine statistischen Belege.

Eine Unterscheidung der kurz- und langfristigen Effekte erwies sich im Rahmen der Länderanalyse trotz Verwendung eines dynamischen Modells als schwer. Unsere vagen Ergebnisse verweisen auf einen kurzfristigen Effekt in Höhe von 0,03% im Jahr der Investition, der langfristig akkumuliert über alle Zukunft auf 0,12% steigen könnte. Somit würde eine Nettoinvestition in Höhe von 1 Mrd. € kurzfristig das BIP um knapp 100 Mio. € erhöhen und das BIP langfristig um gut 390 Mio. € steigen. Im dynamischen Modell finden wir darüber hinaus einen Beleg für eine nichtlineare Beziehung von Verkehrsinfrastruktur und BIP. Die Wachstumselastizität ist demnach abhängig von dem Niveau des schon bestehenden Bestandes an Verkehrsinfrastruktur: je höher der schon bestehende Bestand, desto niedriger ist die Wachstumswirksamkeit von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf Länderebene. Diese Ergebnisse sind aber weniger vertrauenswürdig als die Ergebnisse des statischen Modells.

Tabelle 5.16
Kurz- und langfristige BIP-Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen: Bandbreite der Ergebnisse

	kurzfristiger Effekt	langfristiger Effekt
Elastizität, %	0,03	0,04 bis 0,08
Nettoinvestition, 1 Mrd. €	100 Mio. €	130–400 Mio. €

Unsere Ergebnisse sind in Tabelle 5.16 noch einmal zusammengefasst. Die für Deutschland geschätzten Effekte innerhalb der Paneldatenanalyse sind zwar – anders als in einigen Studien z.B. für die USA gefunden – signifikant positiv, aber doch relativ klein. Laut unseren belastbaren Punktschätzungen im statischen Modell liegt die Wachstumselastizität der Verkehrsinfrastruktur in der Bandbreite von 0,04 bis 0,08%, so dass durch jede Verkehrsinfrastrukturinvestition, die den Bestand an Verkehrsinfrastruktur um 1 € erhöht, das jährliche BIP in Deutschland im Durch-

schnitt um nur 0,13 bis 0,26 € steigt. Nimmt man das unsichere Ergebnis der Schätzung des dynamischen Modells hinzu, so steigt der Ertrag auf 0,40 €; dieser ist aber nicht mit den vorigen Ergebnissen des statischen Modells zu vergleichen, da der Langfristeffekt im dynamischen Modell nicht ein sich langfristig einstellender Jahreseffekt auf das BIP darstellt, sondern einen akkumulierten Effekt über alle Zukunft darstellt.

Wir haben Hinweise gefunden, dass regional die durchschnittliche Wachstumswirksamkeit von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen aber deutlich höher war. Wir finden Evidenz dafür, dass in den neuen Ländern Verkehrsinfrastrukturinvestitionen größere Wachstumseffekte hatten. Da dort nach der Wiedervereinigung der Zustand der Verkehrswege meist marode und noch lückenhaft war, bestand dort eine deutliche Unterversorgung mit Verkehrsinfrastruktur. Gemäß unseren Hinweisen auf einen nichtlinearen Zusammenhang, ist die Wirksamkeit somit immer von der Höhe und Qualität des gegenwärtigen Verkehrsinfrastrukturbestandes vor Ort abhängig und kann regional unterschiedlich sein. Während Investitionen in einer Region ineffizient sein können, so können sie anderenorts effizient sein. Deshalb ist noch einmal darauf hinzuweisen, dass unsere Ergebnisse lediglich eine durchschnittliche Wirksamkeit auf Länderebene schätzt.

6. Gesamtwirtschaftliche Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen – Befunde aus dem RWI-Konjunkturmodell

6.1 Einleitung

Im Kapitel 3 wurde das RWI-Konjunkturmodell mit seiner Erweiterung für mittelfristige Analysen vorgestellt. In der bisherigen Version des Modells waren die Verkehrsinfrastrukturinvestitionen nicht als eigene Größe enthalten, sondern wurden als Teil der öffentlichen Bauinvestitionen darstellt. Im Folgenden werden deshalb die Ergebnisse zweier Simulationsszenarien bezüglich einer Erhöhung der Bauinvestitionen (zu denen die Verkehrsinfrastrukturinvestitionen gehören) präsentiert. Im ersten Szenario werden Verkehrsinfrastrukturinvestitionen wie durchschnittliche Bauinvestitionen interpretiert. Im zweiten Szenario wird dann auf die Besonderheiten der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen eingegangen. Da diese Größe im Wesentlichen von politischen Entscheidungen bestimmt wird, ist sie im Modell exogen, d.h. sie wird nicht durch andere Variablen des Modells bestimmt, sondern vorgegeben.

Um die gesamtwirtschaftlichen Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen im Modellzusammenhang zu untersuchen, werden sie aus den Bauinvestitionen heraus gerechnet und als eigene Variable in das Modell aufgenommen. Grundsätzlich wird zunächst aber im Modell angenommen, dass die Wirkungszusammenhänge die gleichen sind wie bei den übrigen Bauinvestitionen.

Die Verkehrsinfrastrukturinvestitionen erhöhen den gesamtwirtschaftlichen Kapitalstock (Bruttoanlagevermögen), der in der Produktionsfunktion des Modells enthalten ist. Um die langfristigen Wirkungen zu bestimmen, wird das Bruttoanlagevermögen an Verkehrsinfrastruktur aus dem Kapitalstock insgesamt heraus gerechnet und als zusätzliche Variable in die Produktionsfunktion des Modells aufgenommen.

In dem so erweiterten RWI-Konjunkturmodell werden die gesamtwirtschaftlichen Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen simuliert. Dabei lassen sich kurz- und langfristige Wirkungen unterscheiden. Vernachlässigt man zunächst den langfristig wirkenden Impuls der Investitionen auf den Kapitalstock in der Produktionsfunktion, ergeben sich die kurzfristigen konjunkturellen Effekte daraus, dass eine Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen die gesamtwirtschaftliche Nachfrage erhöht. Dies hat einen direkten Einfluss auf die Wirtschaftsleistung (BIP) und die Beschäftigung. Die langfristigen Effekte ergeben sich daraus, dass Investitionen den Kapitalstock und damit die gesamtwirtschaftlichen Produktionskapazitäten erhöhen (Angebotseffekte). Um den Einfluss der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen von den übrigen Bauinvestitionen zu unterscheiden, wird in einer zweiten Simulation berück-

sichtigt, dass die Arbeitsproduktivität im Straßenbau deutlich höher ist als bei den übrigen Bauinvestitionen.

Simuliert wird eine dauerhafte Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen um zwei Milliarden Euro pro Jahr (Impuls), wobei die Ausgaben gleichmäßig auf die Quartale aufgeteilt werden (jeweils 0,5 Mrd. €).[28] Dabei wird unterstellt, dass der Staat die Mehrausgaben am Kapitalmarkt über Schulden finanziert. Für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen der anderen Kapitel wird dann auch eine einmalige Investitionserhöhung simuliert. Anschließend wird ein Impuls in der gleichen Größenordnung bei alternativen Ausgabemöglichkeiten des Staates angesetzt, um die Opportunitätskosten von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen zu verdeutlichen.

6.2 Wachstums- und Beschäftigungseffekte der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen

Die Ergebnisse der Simulationen sind der Tabelle 6.1 zu entnehmen.[29] Die kurzfristigen konjunkturellen Wirkungen, die durch die Erhöhung der nominalen öffentlichen Bauinvestitionen um 2 Mrd. € pro Jahr (0,5 Mrd. € je Quartal) entstehen – der Einfluss des mittel- bis langfristigen Impulses auf die Produktionsfunktion ist hier also noch nicht wirksam –, steigern das nominale BIP im ersten Jahr gegenüber der Basislösung auf ein um rund 2,5 Mrd. € höheres Niveau (Tabelle 6.1, Block A). Das reale BIP ist im ersten Jahr um 2,1 Mrd. € höher, in den folgenden Jahren verringert sich der Gesamteffekt auf 1,8 bis 1,7 Mrd. €. Der konjunkturelle Schub dieser Erhöhung der Bauinvestitionen um 2 Mrd. € beträgt damit 0,1 Prozentpunkte des BIP im ersten Jahr. Für die nachfolgenden Jahre bleibt die Differenz der Wachstumsraten des BIP der beiden Lösungen beinahe Null.

Die wesentlichen Zusammenhänge des Modells können vereinfacht wie folgt dargestellt werden: Aus den nominalen öffentlichen Bauausgaben ergibt sich deren realer Wert, indem man diese um Preiseffekte bereinigt. Durch die Erhöhung der Nachfrage steigen die Preise für Bauleistungen merklich, so dass der reale Impuls im Laufe der Zeit geringer wird. Andere Preise sind zunächst nicht betroffen. Die steigende Binnennachfrage induziert gleichzeitig einen Zuwachs bei den Importen,

[28] Technisch wird häufig im Modell mit Add-Factoring gearbeitet. Dies bedeutet eine meist additiv mit der Konstanten einer Gleichung verknüpfte Variable, die zunächst einen Wert von Null hat und damit auf die Parameterschätzung keinen Einfluss ausübt. Bei Simulationen können der Variable dann Werte (z.B. von der Größe der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen) zugeordnet und damit die Simulationen beeinflusst werden.

[29] Detailliertere Ergebnisse finden sich im Anhang zu diesem Kapitel in den Tabellen D.1 und D.2.

Tabelle 6.1
Makroökonomische Effekte von Bau- bzw. Verkehrsinfrastrukturinvestitionen
Abweichungen von der Basislösung, in Mrd. € [1]

	A Kurzfristeffekte			B Mittelfristeffekte			C Insgesamt		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
	Jahr			Jahr			Jahr		
Impuls: Erhöhung der nominalen öffentlichen Bauinvestitionen um 0,5 Mrd. € je Quartal									
Erwerbstätige, in 1000	16	18	13		0	1	16	19	14
Bruttoinlandsprodukt, real[2]	2,1	1,8	1,7		0,1	0,1	2,1	1,9	1,8
Preise, Öffentliche Bauten, in Indexpunkten	0,2	0,6	0,7				0,2	0,6	0,7
BIP, nominal	2,5	2,6	2,7				2,5	2,6	2,8
Finanzierungssaldo	-1,1	-1,0	-1,3				-1,1	-1,0	-1,3
Impuls: Wie oben, unter reduziertem Arbeitsvolumen, entsprechend verkehrsinfrastrukturspezifischer Annahmen für die Produktivität									
Erwerbstätige, in 1000	5	10	9		0	1	5	10	10
Bruttoinlandsprodukt, real[2]	2,1	1,8	1,7		0,1	0,1	2,1	1,9	1,8
Preise, Öffentliche Bauten, in Indexpunkten	0,2	0,6	0,7				0,2	0,6	0,7
BIP, nominal	2,5	2,6	2,7				2,5	2,6	2,7
Finanzierungssaldo	-1,4	-1,2	-1,4				-1,4	-1,2	-1,4

Eigene Berechnungen. Ausführliche Ergebnisse im Anhang. Zu den Maßnahmen vgl. Text. – [1]Soweit nicht anders angegeben. – [2]Verkettete Volumenangaben (Referenzjahr 2000).

Sowohl das Mehr bei den öffentlichen Bauten wie auch beim Konsum regen weitere Investitionen an. Die Unternehmen sind durch die bessere Kapazitätsauslastung weniger intensiv bemüht um ihre Exportaufträge, sondern konzentrieren sich stärker auf den wachsenden hiesigen Markt. Dies führt bei der hier unterstellten unveränderten weltwirtschaftlichen Aktivität zu Einbußen bei den Exporten.

Die Zahl der Erwerbstätigen wie auch der Beschäftigten ist im Durchschnitt des ersten Jahres um 16 000 höher als in der Basislösung und die Bruttolohnsumme um 0,7 Mrd. €. Davon fließen rund 40 % als Abgaben in die öffentlichen Kassen zurück. Zusammen mit den induzierten Steuereinnahmen und Sozialversicherungsbeiträgen erhöhen sich die Einnahmen des Staates um 1,0 bis 1,3 Mrd. € pro Jahr. Gleichzeitig sinken durch die leicht gestiegene Beschäftigung die Sozialausgaben des Staates. Über die zusätzlichen Bauausgaben hinaus leistet der Staat aber zunehmende Zinszahlungen, und nach dem Muster der Vergangenheit folgt der Wirtschaftsleistung die Erhöhung des Staatsverbrauchs. Vorstellbar wäre, dass die Politik diese Zunahme verhindert. Dies ist im Modell bisher nicht berücksichtigt, könnte aber bei den Simulationen ergänzt werden.

Wegen der annähernden Linearität des Modells würde ein doppelter Impuls bei den öffentlichen Investitionen die Wirkungen auch etwa verdoppeln. Zusätzlich ist zu beachten, dass das Modell keinen Automatismus enthält, der z.B. die Schuldenstandsquote des Staates zurückführt. Um eine beliebige Ausweitung der Verschuldung (durch die am Kapitalmarkt finanzierten zusätzlichen Investitionen) zu verhindern, muss anhand von ökonomischen Überlegungen bei der Setzung der Impulse – auch in Hinblick auf die Ergebnisse – eine Begrenzung vorgenommen werden.

Um die mittel- bzw. langfristigen Wirkungen der Infrastrukturinvestitionen isoliert zu betrachten, wurde in einer zweiten Simulation lediglich ihr Kapitalstock in der Produktionsfunktion um die bereits praktizierten 0,5 Mrd. € pro Quartal angehoben. Die Auswirkungen – entsprechend Block B der Tabelle – sind in der ersten Nachkommastelle kaum sichtbar. Primär erhöhen sich insbesondere die Exporte. Dies ergibt sich aus dem oben dargestellten Zusammenhang. Mit einem größeren Kapitalbestand ist das Produktionspotenzial höher und bei zunächst gegebener Produktion die Kapazitätsauslastung damit niedriger, mit entsprechend positiven Folgen für die Exporte.

Kurz- und mittelfristige Effekte insgesamt werden in Block C ausgewiesen und entsprechen wegen der Linearität des Modells der Summe der Angaben des Blocks A und B. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist aber zu beachten, dass spezifische Einflüsse der Bauinvestitionen insgesamt im RWI-Konjunkturmodell kaum abgebildet sind. Lediglich bei der Nachfragevariablen einiger Importgleichungen wird den Bauten ein geringer Einfluss zugeordnet. In der gegenwärtigen Modellversion wird die Höhe des entsprechenden Koeffizienten auch nicht auf Basis einer Schätzung, sondern aufgrund früherer Erfahrungen und Überlegungen gesetzt. Mit Hilfe von externen Informationen, z.B. über einen spezifischen Importbedarf für Verkehrsinfrastrukturen, wäre es möglich, dies in den Koeffizienten der jeweiligen Gleichung zu berücksichtigen. Da gegenwärtig keine Information über einen spezifischen Importbedarf vorliegt, wurde dieser Weg bisher nicht weiter verfolgt.

Eine andere Stelle, wo verkehrsspezifische Besonderheiten im RWI-Konjunkturmodell berücksichtigt werden können, ist die Arbeitsnachfrage, die von diesen Investitionen ausgeht. Dazu sind Informationen über die Arbeitsproduktivität erforderlich. Nach Berechnungen von Haller (2005) wiesen in Österreich Straßenbauten Anfang der 1970er Jahre eine doppelt so hohe Arbeitsproduktivität auf wie die Bauwirtschaft insgesamt. Anfang der 1990er Jahre betrug die Differenz immer noch etwa 30%. Um die Relevanz dieses Umstandes überhaupt beurteilen zu können, wird der Arbeitseinsatz (im Modell das Arbeitsvolumen), der im Zuge der

erläuterten kurz- und mittelfristigen Simulationen zusätzlich zustande kommt, um die Hälfte des Zugewinns reduziert.

Die infrastrukturspezifischen Ergebnisse zeigen in den ersten drei Jahren (unterer Teil der Tabelle) bei den Verwendungsaggregaten und Preisen kaum Unterschiede gegenüber den allgemeinen Wirkungen der Bauinvestitionen. Allerdings fällt der Anstieg der Beschäftigung durch die höhere Arbeitsproduktivität nach einer zeitlichen Anpassung etwa um die Hälfte geringer aus als bei den übrigen Bauinvestitionen (Block A). Eindeutig besser laufen die Unternehmensgewinne zu Lasten der Löhne und des Finanzierungssaldos. Insgesamt zeigt dieses Ergebnis konjunkturell kein Spezifikum der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen gegenüber den üblicherweise im Modell verwendeten öffentlichen Investitionen.

Die Ergebnisse der Modellsimulationen einer dauerhaften Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen können nicht direkt mit den Ergebnissen der anderen beiden Verfahren in Kapitel 4 und 5 verglichen werden, da dort die Effekte einer einmaligen Erhöhung auswiesen werden. Deshalb wurde auch eine Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in nur einem Jahr simuliert („einmalige Investition"). Dabei wurde direkt, wie im unteren Teil von Tabelle 6.1, die verkehrsinfrastrukturspezifische Annahme über die Produktivität verwendet. Die wesentlichen Ergebnisse sind in Tabelle 6.2 zu finden. Detaillierte Ergebnisse sind Tabelle D.3 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 6.2
Makroökonomische Effekte einer temporären Erhöhung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen
Abweichungen von der Basislösung, in Mrd. € [1]

	Kurzfristeffekte			Mittelfristeffekte			Insgesamt		
	1. Jahr	2. Jahr	3.	1.	2. Jahr	3.	1.	2. Jahr	3.
Impuls[2]: nominal 0,5 Mrd. € je Quartal, lediglich im ersten Jahr									
Erwerbstätige, in 1000	5	5	-3		0	1	5	5	-2
Bruttoinlandsprodukt, real[3]	2,1	-0,2	-0,1		0,1	0,1	2,1	-0,1	
Preise, Öffentliche Bauten, in Indexpunkten	0,2	0,4	0,1				0,2	0,4	0,1
BIP, nominal	2,5	0,1	0,1				2,5	0,1	0,1
Finanzierungssaldo	-1,4	0,2	-0,2				-1,4	0,2	-0,2

Eigene Berechnungen. Ausführliche Ergebnisse im Anhang. Zu den Maßnahmen vgl. Text. – [1]Soweit nicht anders angegeben. – [2]Haushaltsbelastungen ohne makroökonomische Rückwirkungen. – [3]Verkettete Volumenangaben (Referenzjahr 2000). – [4]Wachstumsbeiträge, Differenz zur Basislösung, in Prozentpunkten.

Wie zu erwarten, sind bei einer nur temporären quartalsweisen Erhöhung um 0,5 Mrd. € im ersten Jahr (also 2 Mrd. € im ersten Jahr) die ausgewiesenen Effekte im ersten Jahr identisch zum Fall einer permanenten Erhöhung. Bei einer einmaligen

Investitionserhöhung um 2 Mrd. € steigt das reale BIP im ersten Jahr um 2,1 Mrd. €. Die Beschäftigung steigt um 5 000 Erwerbstätige und der Finanzierungssaldo des Staates verschlechtert sich durch die Mehrausgaben von 2 Mrd. € um 1,4 Mrd. €. Da im zweiten Jahr die Staatsnachfrage nun aber wieder auf das Ursprungsniveau der Basislösung zurückfällt, sind die Effekte im zweiten und dritten Jahr deutlich geringer. Zwar steigt das BIP nominal noch einmal ganz leicht jeweils um 0,1 Mrd. €, aufgrund von Preiseffekten steigt das BIP real aber nicht mehr. Es zeigt sich auch, dass der erzielte Beschäftigungseffekt lediglich temporär besteht: im zweiten Jahr bleibt die Beschäftigung noch um 5 000 Erwerbstätige höher, danach kommt es aber wieder zu einem Rückgang der Beschäftigung. Der Finanzierungssaldo des Staates verbessert sich im zweiten Jahr um 0,2 Mrd. €, im dritten verschlechtert er sich aber in selber Höhe, so dass es nach dem ersten Jahr zu keinen nennenswerten haushaltswirksamen Effekten mehr kommt.

6.3 Opportunitätskosten: Wachstums- und Beschäftigungseffekte alternativer Verwendungen

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, öffentliche Gelder statt in Verkehrsinfrastrukturinvestitionen für alternative Verwendungen einzusetzen. Da öffentliche Gelder nur einmal ausgegeben werden können, stellen die Erträge dieser alternativen Verwendung die Opportunitätskosten einer Verkehrsinfrastrukturinvestition dar. Die Frage ist somit, ob die positiven Effekte auf Wachstum und Beschäftigung (oder andere relevante Größen) bei einer alternativen Verwendung nicht höher wären und somit diese alternativen staatlichen Ausgabemöglichkeiten sinnvoller sein könnten.

Hier werden die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen von drei alternativen Verwendungen simuliert. Zum einen werden die Effekte einer Erhöhung der monetären Sozialleistungen berechnet, zum zweiten die Möglichkeit einer Senkung der Krankenkassenbeiträge und zum dritten eine Erhöhung der staatlichen Ausgaben für Forschung und Bildung. Die kurzfristigen Effekte für Forschung und Bildung dürften dabei im Rahmen des RWI-Konjunkturmodells sehr ähnlich sein, so dass eine Unterscheidung der beiden Investitionsmöglichkeiten nicht zielführend wäre. Da sich allerdings die langfristigen Wirkungen von öffentlichen Ausgaben in Forschung und Bildung unterscheiden, werden diese Effekte anhand der Literatur dargestellt.

Um die Vergleichbarkeit mit den zuvor berechneten Verkehrsinfrastrukturinvestitionen zu garantieren, wird wiederum ein dauerhafter Impuls von jeweils 0,5 Mrd. € pro Quartal simuliert. Bei allen Alternativen wird wieder unterstellt, dass der Staat die Mehrausgaben bzw. bei den Krankenkassenbeiträgen die Mindereinnahmen am Kapitalmarkt über Schulden gegenfinanziert.

Die monetären Sozialleistungen umfassen insbesondere die Renten- und Kindergeldzahlungen und die Unterstützung der Arbeitslosen bzw. Sozialhilfeempfänger.

Die Transfers erhöhen die verfügbaren Einkommen und dadurch den privaten Verbrauch. Dies wirkt im Modell weiter wie im Abschnitt 6.2 dargestellt. Besonderheiten, zum Beispiel, dass verschiedene Arten von Transfers mit einer unterschiedlichen Konsumquote in den wirtschaftlichen Kreislauf einhergehen dürften, sind im Modell nicht berücksichtigt. Die Simulationsergebnisse sind Tabelle 6.3 zu entnehmen.[30] Im Vergleich zu den Verkehrsinfrastrukturinvestitionen fallen die gesamtwirtschaftlichen Effekte deutlich geringer aus. Das BIP steigt nominal im Durchschnitt der drei Jahre um etwa 1,2 Mrd. € zu und die Beschäftigung steigt im Durchschnitt um knapp 8 000 Erwerbstätige. Der staatliche Gesamthaushalt wird im Durchschnitt pro Jahr um etwa 1,6 Mrd. € belastet, d.h. der Finanzierungssaldo fällt um diesen Betrag.

Die Senkung der Krankenkassenbeiträge erfolgt annahmegemäß je zur Hälfte auf Seiten der Arbeitnehmer und der Arbeitgeber. Die Entlastung der Arbeitnehmer wirkt im Modell sehr ähnlich wie die Erhöhung der Transfers. Mit der Senkung der Arbeitgeberbeiträge (und dadurch der Arbeitskosten) steigen die Gewinne der Unternehmen. Dies erhöht tendenziell die Bereitschaft, mehr Arbeitnehmer zu beschäftigen. Unsere Berechnungen besagen, dass sich die Beschäftigung um 25-30 000 Personen erhöht (Tabelle 6.3). Dieser Effekt entspricht teilweise mehr als dem Vierfachen der Beschäftigungswirkung von entsprechenden Verkehrsinfrastrukturinvestitionen oder von einer entsprechenden Zunahme der monetären Sozialleistungen. Die Senkung der Arbeitskosten mäßigt wiederum auch den Preisauftrieb – allerdings so geringfügig, dass dies in der Tabelle 6.3 nicht dargestellt werden kann. Dennoch ist der nominale jährliche BIP-Effekt über die drei Jahre mit knapp 1,9 Mrd. € im Schnitt geringer als bei den Verkehrsinfrastrukturinvestitionen. Entsprechend fällt die jährliche staatliche Haushaltsbelastung mit durchschnittlich etwa 1,5 Mrd. € etwas höher als bei den Verkehrsinfrastrukturinvestitionen aus.

Die Folgen einer verstärkten Forschungs- und Entwicklungsaktivität, die über eine Erhöhung des technischen Fortschritts auf die Wirtschaft ausgehen, entfalten sich längerfristig. Solche Wirkungen konnten nicht in die Produktionsfunktion des RWI-Konjunkturmodells integriert werden. Auch Besonderheiten des Arbeitsmarktes für Fachkräfte aus dem F&E-Bereich wurden kaum berücksichtigt. So könnte es bei einem großangelegten F&E-Programm schnell zu einem Fachkräftemangel kommen.

[30] *Detailliertere Ergebnisse finden sich im Anhang in Tabelle D.4.*

Tabelle 6.3
Makroökonomische Effekte alternativer Verwendungen
Abweichungen von der Basislösung, in Mrd. € [1]

	Erhöhung der Sozialleistungen			Senkung der Krankenkassenbeiträge			Erhöhung der Forschungsausgaben		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
	Jahr			Jahr			Jahr		
Impuls[2]: nominal 0,5 Mrd. € je Quartal									
Erwerbstätige, in 1000	9	9	5	24	30	26	5	6	4
Bruttoinlandsprodukt, real[3]	1,2	0,8	0,7	1,6	1,5	1,3	2,2	1,9	1,9
BIP, nominal	1,4	1,2	1,1	1,8	1,9	1,9	2,6	2,6	2,7
Finanzierungssaldo	-1,5	-1,6	-1,8	-1,5	-1,3	-1,6	-1,0	-1,1	-1,3

Eigene Berechnungen. Ausführliche Ergebnisse im Anhang. Zu den Maßnahmen vgl. Text. – [1]Soweit nicht anders angegeben. – [2]Haushaltsbelastungen ohne makroökonomische Rückwirkungen. – [3]Verkettete Volumenangaben (Referenzjahr 2000). – [4]Wachstumsbeiträge, Differenz zur Basislösung, in Prozentpunkten.

Die konjunkturellen Effekte von Investitionen in F&E können aber in Analogie zu den Simulationen von Breuss et al. (2007) analysiert werden. Danach werden die eingesetzten Mittel (bei uns 2 Mrd. €) zu 60% für Personalausgaben und jeweils zu 20% für Ausrüstungs- bzw. Bauinvestitionen verwendet. Im Modell wird dazu das Arbeitnehmerentgelt exogen um 1,2 Mrd. € aufgestockt. Diese Summe zusammen mit den jeweils nominal um 0,4 Mrd. € exogen erhöhten öffentlichen Bauten und Ausrüstungsinvestitionen löst im Modell – nach der Deflationierung mit ihren allgemeinen Deflatoren für die reale Rechnung – die Multiplikatorwirkungen aus. Angehoben wurden auch die Vermögensübertragungen des Staates um 0,4 Mrd. € für die Finanzierung der Ausrüstungen, dies hat abgesehen von den Zinszahlungen des Staates keine Rückwirkungen im Modell.

Nach der Konvention der deutschen Statistik wird die staatliche Nichtmarktproduktion in Höhe des Arbeitnehmerentgeltes – unabhängig von dem tatsächlichen gesellschaftlichen Nutzen – als Produktion gezählt (StaBu 2003: 29f). Insofern wurde auch der Staatverbrauch um 1,2 Mrd. € angehoben. Es wurde in dieser Modellversion aber dafür gesorgt, dass der davon induzierte Anstieg des BIP so gut wie keine Wirkungen in den anderen Modellgrößen wie Kapazitätsauslastung oder Lohnstückkosten entfaltet.

Nachdem das Modell mit den aufgeführten Vorgaben berechnet war, wurde dem durch die Investitionen induzierten Produktivitätsanstieg Rechnung getragen. Entsprechend der Annahme, dass Beschäftigte im Forschungsbereich einen Lohn bekommen, der 50% über dem Durchschnitt (per Definition Produktivitätssprung) liegt, setzten wir eine Reduktion des zugewonnenen Arbeitsvolumens um ein Drittel ein. Die Ergebnisse zeigen einen geringfügig stärkeren BIP-Anstieg (rund 2,6 Mrd. €

im Durchschnitt der drei Jahre), aber einen wegen des Produktivitätsanstiegs niedrigeren Beschäftigungsanstieg (im Durchschnitt 5 000 Personen) als bei den Verkehrsinfrastrukturinvestitionen (Tabelle 6.3 dritter Block).

Die berechneten Effekte von Investitionen in F&E und Bildung entsprechen aber nur den kurz- bis mittelfristigen konjunkturellen und wachstumsinduzierten Wirkungen. Es fehlen die langfristigen Wachstumseffekte von Investitionen in F&E und Bildung.

Ob F&E-Ausgaben tatsächlich die Entstehung von neuen Produktinnovationen oder von innovativen Produktionsprozessen bewirken, ist unsicher. Selbst wenn es dazu kommt, ist es unsicher, ob die entwickelte Innovation sich durchsetzt und wie lange dieser Prozess dauert. Es kommt deshalb, wenn überhaupt, nur langsam zu dem erhofften technischen Fortschritt. Die wesentlichen positiven Effekte von F&E-Ausgaben auf das Wirtschaftswachstum stellen sich somit meist erst langfristig ein. Da diese Fragen der langfristigen Wachstumseffekte einer Erhöhung der Ausgaben für Forschung und Entwicklung im Rahmen des RWI-Konjunkturmodells nicht beantwortet werden können, werden im Folgenden einige empirische Ergebnisse aus der Literatur angeführt – die jedoch sehr unterschiedlich ausfallen. So hat die OECD (2003) in einer umfassenden Studie die Quellen des Wirtschaftswachstums untersucht. Die Ergebnisse weisen zwar auf einen statistisch signifikanten positiven Effekt der Forschungs- und Entwicklungsintensität eines Landes hin. Eine Unterscheidung zwischen privaten und öffentlichen Ausgaben in diesem Bericht zeigt aber, dass dieser Effekt vor allem von den privaten Ausgaben ausgeht. Öffentliche F&E-Ausgaben weisen dagegen sogar einen negativen Effekt aus. Weitere Studien kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Eine Erklärung für dieses Ergebnis könnte sein, dass öffentliche F&E-Ausgaben in stärkerem Maße in Grundlagenforschung fließen und somit erst mit sehr großer zeitlicher Verzögerung wachstumsfördernd wirken. Denkbar ist allerdings auch, dass durch die öffentlichen F&E-Aufwendungen private Ausgaben teilweise verdrängt werden. Es ist also nicht auszuschließen, dass die langfristigen Effekte öffentlicher F&E-Aufwendungen gering sind. Im Gegensatz zu diesen Studien verwenden Breuss et al. (2007) zur Analyse der langfristigen Wachstumseffekte ein Gleichgewichtsmodell. Ihre Ergebnisse deuten auf einen deutlichen positiven Effekt hin.

Ob staatliche F&E-Ausgaben wachstumsfördernd sind, ist also umstritten und hängt letztlich davon ab, in welchem Maße diese komplementär oder substitutiv zu den privaten F&E-Investitionen sind – der Staat durch seine Ausgaben also als Lokomotive für private Investitionen wirkt oder diese privaten Investitionen eher behindert (Thöne 2004: 75). Laut Thöne (2004) kommt eine Mehrzahl der Studien zu

dem Schluss, dass staatliche F&E-Investitionen wachstumsfördernd sind, also zu den privaten Investitionen sich komplementär verhalten.

Diskutiert man demgegenüber die bei einer Opportunitätskostenanalyse alternative Investition in Bildung, so zeigt sich, dass der überwiegende Teil der empirischen Studien zu den Wachstumswirkungen von Investitionen in Bildung einen positiven Effekt nachweist (Poot 2000; Thöne 2004). Die Wachstumswirksamkeit ist also sehr viel weniger umstritten. Versteht man unter Bildung im wirtschaftlichen Sinne alles Wissen, alle Fähigkeiten und jede Ausbildung, die im weitesten Sinne in Produktionsprozessen die Produktivität erhöht (Romer 2001; Siemers 2005: 11), so stellt „Bildung" das dar, was Ökonomen als „Humankapital" bezeichnen. Die besondere Bedeutung von Humankapital für das Wirtschaftswachstum wurde theoretisch vor allem von Uzawa (1965) und Lucas (1988) aufgezeigt. Nelson und Phelps (1966) und Welch (1970) verweisen auf die Bedeutung des Humankapitals für die Entstehung und für die Ausnutzung von technischem Fortschritt.

Da für empirische Arbeiten kein unmittelbaren Indikator für diesen weitgefassten Humankapitalbegriff zur Verfügung steht, finden Indikatoren wie durchschnittliche Ausbildungsdauer, Anteile verschiedener Schulabschlusse oder Ausgaben für den Bildungssektor Verwendung, um den Einfluss von Humankapital auf das Wachstum zu quantifizieren. Des Weiteren zeigt sich bei der Wirkung der Bildungsausgaben für das Wachstum – wie bei F&E-Investitionen – ein besonderes zeitliches Muster: während die kurzfristigen Effekte von erhöhten Bildungsausgaben gering sind oder sogar negativ sind, so entwickeln sich die wesentlichen positiven Effekte erst ab etwa zehn Jahren nach der Investition (Sylwester 2000: 388). Dies ist einer der möglichen Gründe, warum einige Studien keinen (Benhabib und Spiegel 1994) oder sogar einen negativen Zusammenhang (Pritchett 2001) zwischen Humankapital und Wachstum fanden.

Eine umfassende Analyse der Effekte einer Erhöhung der öffentlichen Ausgaben für Bildung auf Wachstum und Beschäftigung ist im Rahmen des RWI-Konjunkturmodells ebenfalls nicht möglich, da der Bildungssektor nicht modelliert ist. Zudem besteht noch Unklarheit darüber, wie der Transmissionskanal zwischen Humankapital und Wirtschaftswachstum funktioniert (Sianesi und van Reenen 2003: 193).

Die meisten empirischen Arbeiten kommen zu dem Befund, dass Investitionen in Bildung einen deutlich positiven Einfluss auf das Wachstum haben. Studien, die die Effekte verschiedener Investitionsstrategien unterscheiden, kommen sogar zu dem Ergebnis, dass die Wachstumseffekte größer sind, als die von Infrastrukturinvestitionen (Baffes und Shah 1993). Allerdings werden auch Bedenken geäußert, dass in solchen Wachstumsregressionen tatsächlich kausale Wirkungen identifiziert werden

können (Sianesi und van Reenen 2003: 176). Entsprechend sind die Größenordnungen der angegebenen Effekte noch mit Vorsicht zu interpretieren.

Ist für die Wahl der optimalen staatlichen Ausgaben die Wachstums- und Beschäftigungswirkung das Kriterium, sollten ganz allgemein Investitionen allen Konsumausgaben vorgezogen werden. Was allerdings Investitionen sind, ist umstritten. Der haushaltstechnische Investitionsbegriff ist hierbei irreführend, da der Einordnung keine empirische Fundierung zugrunde liegt, ob die einzelnen als Sachinvestition deklarierten Ausgaben tatsächlich auch nachweislich zukünftige Erträge bewirken (vgl. z.B. SVR 2007: 62ff.). Entsprechend wird auf Basis empirischer Studien zu den Wirkungen der einzelnen Ausgaben im Haushalt eine alternative Abgrenzung vorgeschlagen (Thöne 2004; FiFo 2004). Hier werden Ausgaben, die laut empirischer Evidenz zukünftige Erträge bewirken, als „wachstums- und nachhaltigkeitswirksame Ausgaben" (WNA) deklariert. Nach diesem Ansatz gehören unter den von uns betrachteten Alternativen sicherlich die Verkehrsinfrastrukturausgaben, die F&E-Ausgaben und die Bildungsausgaben zu diesen WNA. Andere Alternativen innerhalb des WNA-Ansatzes wären auch familienpolitische Maßnahmen, Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen inklusive der Förderung erneuerbarer Energien, Ausgaben innerhalb des Gesundheitswesens und Ausgaben für eine aktive Arbeitsmarktpolitik. Die von uns untersuchten monetären Sozialleistungen sind dann WNA-Ausgaben, wenn diese familienpolitische Maßnahmen wie die Zahlung von Kindergeld, Mutterschutz oder Ausgaben für Kinderbetreuung und dergleichen darstellen. Die Senkung der Krankenkassenbeiträge gehört nicht direkt zu den Ausgaben der aktiven Arbeitsmarktpolitik. Allerdings steigert diese Maßnahme ebenfalls das BIP und die Beschäftigung, wie wir zeigen konnten.

Tabelle 6.4
Vergleich der Effekte alternativer Verwendungen: Opportunitätskosten
3-Jahres-Durchschnitt

Impuls: +2 Mrd. €/Jahr bei...	Verkehrs-infrastruktur-investitionen	Monetäre Sozial-leistungen	GKV-Beitragssen-kung	F&E- bzw. Bildungsin-vestitionen
Erwerbstätige, in 1000	8	8	27	5
BIP real, in Mrd. €	1,9	0,9	1,5	2,0
Finanzierungssaldo, in Mrd. €	-1,3	-1,6	-1,5	-1,1
Teilfinanzierung, in %	35	20	25	45

Quelle: Eigene Berechnungen mit dem RWI-Konjunkturmodell.

In Tabelle 6.4 haben wir die berechneten Wirkungen der vier alternativen Verwendungen von Staatsmitteln in Höhe von 2 Mrd. € gegenübergestellt, um die **Opportunitätskosten** anhand der durchschnittlichen Jahreseffekte innerhalb der

ersten drei Jahre zu quantifizieren. Fasst man diese Ergebnisse der Simulationen der vier alternativen Verwendungen mit dem RWI-Konjunkturmodell zusammen, ergibt sich das folgende Bild:

- Die höchsten **Beschäftigungseffekte** gehen im 3-Jahresdurchschnitt mit knapp 27 000 eindeutig von einer Senkung der Beiträge bei den Gesetzlichen Krankenkassen (GKV) aus. Niedrigere Krankenkassenbeiträge entlasten neben den Arbeitnehmern auch die Arbeitgeber (Arbeitgeberbeiträge). Damit werden die Lohnkosten – oder zumindest ihr Anstieg – reduziert. Der Einsatz von Arbeit für die Produktion wird attraktiver und gewinnt an relativen Preisvorteilen gegenüber dem Kapitaleinsatz. In der vorliegenden Modellversion beeinflusst – neben der Produktion – das um die Arbeitgeberbeiträge modifizierte Tariflohnniveau unmittelbar die Arbeitsnachfrage (Arbeitsvolumen). Die zweithöchsten Beschäftigungseffekte gehen aber schon von den Verkehrsinfrastrukturinvestitionen aus, die aber nur etwa ein Drittel von denen einer Senkung der GKV-Beiträge ausmachen. Dies bedeutet einen im Vergleich um etwa 19 Tausend Erwerbstätige geringeren Beschäftigungseffekt. Die geringsten Beschäftigungseffekte gehen von Investitionen in F&E und Bildung aus.
- Die höchsten **BIP-Effekte** gehen selbst bei einer mittelfristigen Betrachtung von nur 3 Jahren von Investitionen in F&E, Bildung und Verkehrsinfrastruktur aus: Investition in F&E und die Bildung erhöhen in den ersten drei Jahren das BIP real jährlich um durchschnittlich 2,0 Mrd.€, Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur um 1,9 Mrd. €. Bezüglich der Effekte auf Konjunktur und Wachstum bestehen somit in dieser kurz- bis mittelfristigen Betrachtung kaum Opportunitätskosten von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen. Deutlich geringere BIP-Effekte gehen von einer Senkung des Beitrages bei den GKV oder von einer Erhöhung der monetären Sozialleistungen aus.
- Die geringsten **staatlichen Haushaltsbelastungen** gehen von Investitionen in F&E oder Bildung aus, bei denen der Finanzierungssaldo sich trotz der jährlichen Mehrausgabe in Höhe von 2 Mrd. € nur um etwas mehr als 1,1 Mrd. € pro Jahr verschlechtert. Etwa 0,2 Mrd. € mehr an Belastung geht von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen aus. Die höchsten Belastungen für den Staatshaushalt gehen von einer Erhöhung der monetären Sozialleistungen aus. Die Opportunitätskosten bezüglich der Belastung des staatlichen Gesamthaushalts belaufen sich also auf 0,2 Mrd. €.

Die unterschiedlichen Haushaltsbelastungen lassen sich durch unterschiedliche Teilfinanzierungsraten der alternativen Verwendungen erklären: Während sich über 40% der Mehrausgaben in Höhe von 2 Mrd. € bei F&E- und Bildungsinvestitionen durch BIP- und Beschäftigungseffekte „selbst finanzieren“, sind es bei Verkehrsinf-

rastrukturinvestitionen schon nur noch reichlich ein Drittel. Das geringste Selbstfinanzierungspotential hat mit nur etwa 20% die Erhöhung der monetären Sozialleistungen. Dabei ist anzumerken, dass diese „Selbstfinanzierungsraten" bei den Investitionen in F&E, Bildung und Verkehrsinfrastruktur durch die Nichterfassung der langfristigen Effekte nach den ersten drei Jahren noch unterschätzt werden.

Abschließend ist anzumerken, dass mit Ausnahme der Senkung der GKV-Beiträge die Beschäftigungswirkungen vergleichsweise niedrig sind. Insofern besteht bei unseren Simulationsergebnissen kein direkter Widerspruch zu unseren Befunden der VAR-Untersuchung in Kapitel 4 und zu den Ergebnissen von Seitz (1993).

Gemäß diesem Opportunitätskostenvergleich auf Basis der kurz- bis mittelfristigen Effekte sollte eine wachstums- und beschäftigungsorientierte Finanzpolitik also auf Investitionen in den Bereichen Verkehrsinfrastruktur, Forschung und Entwicklung sowie Bildung setzen, denn bei den niedrigsten Belastungen für den Gesamthaushalt erzielen diese die höchsten Wachstumseffekte. Die höchsten Beschäftigungseffekte werden allerdings durch eine Senkung der GKV-Beiträge erzielt. Zusammenfassend sind die Opportunitätskosten von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen nach unseren Simulationen somit vergleichsweise niedrig.

Da in der Literatur die betrachteten Alternativen allerdings nicht vergleichbar ausgewertet wurden, und auch in unserer Studie die Langfristwirkungen der F&E- und Bildungsinvestitionen nicht erfasst werden konnten, ist eine abschließende Bewertung der alternativen Maßnahmen des Staates, zumindest bezüglich der langfristigen Effekte bzw. Opportunitätskosten, im Rahmen der vorliegenden Studie leider nicht möglich.

7. Engpassanalyse der Fernverkehrswege in Deutschland

7.1 Einleitung

Es ist naheliegend zu fordern, dass die Investitionsmittel des Bundes für die Verkehrsinfrastruktur vornehmlich für die Beseitigung der Engpässe eingesetzt werden sollen. Denn hier sollten die Investitionsmittel den größten Wachstums- und Beschäftigungseffekt entfalten. Auch der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung betont, dass der Abbau von Engpässen zur Sicherung der Zuverlässigkeit und Kalkulierbarkeit der Lieferprozesse im Vordergrund der Verkehrsinfrastrukturinvestitionspolitik stehen sollte, um eine weitgehend störungsfreie Organisation der Lieferketten zu gewährleisten (Wissenschaftlicher Beirat 2009). Will man dieses naheliegende Prinzip in die Tat umsetzen, so stellt sich allerdings die Frage, wie man den Begriff „Engpass" definieren sollte.

Eine einfache Definition kann lauten: Ein Engpass in einem Verkehrsnetz ist ein Streckenabschnitt oder ein Knotenpunkt an dem die Verkehrsnachfrage mit erheblicher Häufigkeit größer ist als die Kapazität. Um zu klären, ab welcher Häufigkeit und Dauer Überlastungen die Einstufung als Engpass rechtfertigen, muss im Sinne einer Konvention spezifiziert werden, was mit „erheblicher Häufigkeit" gemeint ist.

Ein Engpass kann vereinfacht wie ein Bedienungsschalter im Sinne der Warteschlangentheorie gesehen werden. Dies bedeutet: Während der Überlastung fließt der Verkehr mit einer Stärke (in Transporteinheiten pro Zeiteinheit, z.B. Fahrzeuge pro Stunde), die der Kapazität des Engpasses entspricht. Im Engpass selbst herrscht also oft ein zufriedenstellender Verkehrsfluss. Stromaufwärts des Engpasses bilden sich jedoch lange Warteschlangen von Verkehrsteilnehmern („Stau"), die den Engpass durchfahren wollen. Auch in diesen Warteschlangen stehen die Verkehrsteilnehmer keineswegs, sondern sie bewegen sich mit verminderter Geschwindigkeit auf den Engpass zu. Als Folge benötigen die Verkehrsteilnehmer eine zusätzliche Reise- bzw. Transportzeit („Verlustzeit"). Diese Verlustzeit ergibt sich als Differenz der Zeit, die in der Warteschlange verbracht wird, abzüglich der Fahrzeit, die bei freier Fahrt durch den Staubereich benötigt würde.

Die Summe dieser Verlustzeiten – betrachtet über alle Verkehrsteilnehmer – hängt von der Stärke und der Dauer der Überlastung ab. Für die Schätzung dieser Verlustzeiten an einzelnen Engpässen oder in komplexen Verkehrsnetzen gibt es eine Vielzahl von mathematischen und verkehrsplanerischen Methoden. Vielfach wird in Planungsprozessen diese Summe der Verlustzeiten mit Geldbeträgen bewertet („Zeitkosten"), um die Verluste, die der Volkswirtschaft durch Engpässe des Verkehrsnetzes entstehen, zu bewerten. Diese aufsummierten Zeitkosten werden dann

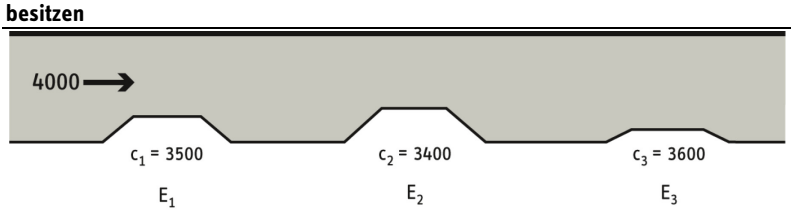
zur Rechtfertigung von Investitionen herangezogen. Damit diese Art der Rechnung für alle Investitionen in vergleichbarer Weise durchgeführt werden kann, gibt es standardisierte Verfahren für diese Rechnungen (EWS, Standardisierte Bewertung, RAS-W).

Vielfach haben Abschnitte des Verkehrsnetzes eine geringere Kapazität, sobald sie zum Engpass werden, als zu Zeiten mit zügig fließendem Verkehr. Ein solcher Effekt – genannt „capacity drop" – tritt z.B. auf Straßen regelmäßig ein.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass die Kapazität der Elemente von Verkehrsnetzen keineswegs eine technische Konstante ist. Man kann die Kapazität der Verkehrswege stattdessen eher als eine Zufallsgröße mit bestimmten Erwartungswerten und Streuungen auffassen. Dieser Effekt der zufälligen Schwankungen von Kapazitäten stellt sich ein, weil in allen Verkehrssystemen das Verhalten der Fahrzeugführer die Funktionsweise der Systeme und damit deren Kapazität prägt. Zusätzlich haben die eingesetzten Fahrzeuge unterschiedliche technische Eigenschaften (z.B. maximale Beschleunigung), die ihrerseits zur Variabilität der Kapazitäten beitragen. Die dabei auftretenden Streuungen sind in Verkehrssystemen, die von außen gesteuert werden (d.h. von außerhalb der Fahrzeuge, z.B. Eisenbahn oder gewerblicher Luftverkehr) geringer als in einem System dessen Ablauf vornehmlich von den Fahrzeugführern bestimmt wird (z.B. Straßenverkehr).

Abgesehen von diesem Definitions-Dilemma entstehen weitere Probleme aus dem Zusammenwirken mehrerer Engpässe. Man stelle sich im Verlauf eines Verkehrswegs mehrere Engpässe mit verschiedenen Kapazitäten vor (Schaubild 7.1). Die Skizze soll eine Autobahn symbolisieren, deren Teilabschnitte i eine unterschiedliche Kapazität c_i haben.

Schaubild 7.1
Skizze einer Autobahn, deren Teilabschnitte i eine unterschiedliche Kapazität c_i besitzen



Eigene Darstellung.

Wenn im Beispiel die Verkehrsnachfrage auf der Autobahn über längere Dauer 4000 Fz/h (Fz für Fahrzeuge) beträgt, erweist sich der zweite Abschnitt (c_2 = 3400 Fz/h) als Engpass. Das begrenzte Leistungsvermögen der beiden anderen Abschnitte bleibt ohne Auswirkung. Beseitigt man Engpass E_2, so ist für die Ver-

kehrsqualität auf der Strecke nicht viel gewonnen, weil nun der Abschnitt E_1 einen Engpass darstellt. Wird auch dieser beseitigt, so stellt sich der Abschnitt E_3 als Engpass heraus. Dies bedeutet: Die Beseitigung eines Engpasses muss nicht unbedingt eine große positive Wirkung nach sich ziehen. Eine umfassende positive Wirkung wird nur erreicht, wenn auch alle bis dahin verborgenen Engpässe verbessert werden.

In komplexen Netzen kann es auch geschehen, dass Verkehrsströme als Folge einer starken Engpasswirkung von ihrer eigentlichen Wunschroute verdrängt werden. Dadurch können auch die Ausweichstrecken überlastet werden, d.h., Abschnitte der Ausweichrouten werden zum Engpass. In einem solchen Fall ist es nicht sinnvoll, den Engpass der Ausweichroute zu verbessern. Dieser kann vielmehr durch Maßnahmen an anderer Stelle – also auf der Wunschroute der Verkehrsströme – beseitigt werden.

Daraus folgen zwei Schlussfolgerungen:

1. Die Beseitigung eines einzelnen Engpasses muss nicht „eo ipsu“ eine sinnvolle Maßnahme sein. Für den sinnvollen Einsatz der Investitionsmittel ist eine gesamtheitliche Betrachtung der Verkehrsnetze erforderlich.

2. Engpässe lassen sich vielfach auch durch Maßnahmen an anderer Stelle beheben oder auch verursachen. Eine netzweite Betrachtung ist also zur Herleitung sinnvoller Investitionsprogramme unerlässlich.

Dennoch ist die Identifizierung bestehender Engpässe im Fernverkehrsnetz zwingend notwendig. Dabei werden in den meisten Fällen nicht einzelne kleinräumige Teilelemente, sondern größere Netzabschnitte oder komplexe Knotenpunktsysteme betrachtet. Diese sinnvolle großräumige Betrachtung wird auf Bundesebene im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung durchgeführt.

Im Sinne einer sparsamen und wirtschaftlichen Verwendung der Investitionsmittel kann es aber auch sinnvoll sein, durch kleinräumige Analysen die Teilabschnitte des Netzes zu identifizieren, die ein geringeres Leistungsvermögen aufweisen als die benachbarten Teilabschnitte. Hier kann es im Einzelfall sinnvoll sein, durch begrenzte Baumaßnahmen oder betriebliche Verbesserungen örtlich das Leistungsvermögen anzuheben und dadurch umfangreiche Stauerscheinungen abzubauen. Vielfach können derartige Maßnahmen ein besonders günstiges Verhältnis von Nutzen zu Kosten mit sich bringen. Solche örtlichen Identifizierungen und Behandlungen von Engpässen werden auf unterer und mittlerer Verwaltungsebene in allen Verkehrssystemen durchgeführt. Es gibt jedoch keine erkennbaren Organisationsformen, mit denen dieses Potential systematisch ausgenutzt wird.

Regionale oder landesweite Engpassanalysen werden von den Baulastträgern – aber auch von Interessengruppen – in vielfacher Weise durchgeführt. Die dabei angewandten Methoden können sehr unterschiedlich sein. Ebenso werden unterschiedliche Kriterien angewendet, die zur Klassifizierung der Bestandteile des Verkehrsnetzes eingesetzt werden.

In den folgenden Textabschnitten werden einige als wesentlich angesehene Untersuchungen und Berichte über Engpassanalysen mit bundesweiter Sicht genannt und in Kürze charakterisiert.

7.2 Engpassanalyse im Straßenverkehr der Bundesrepublik Deutschland

7.2.1 Engpassanalyse des Bundesverkehrsministeriums

Das Bundesverkehrsministerium hat in den zurückliegenden Jahren eine Engpassanalyse für das Netz der Bundesautobahn anfertigen lassen (IVV-BBW, 2004). Die Studie ist in den Jahren 1999 bis 2004 entstanden. Sie dient als ein Baustein im Rahmen der regelmäßigen Bedarfsplanung für das Netz der Bundesfernstraßen (BVWP).

Als Methoden wurden eingesetzt:

(1) Prognose der Verkehrsnachfrage für alle Autobahnabschnitte in der Bundesrepublik mit den Methoden der BVWP.

(2) Darstellung des Netzes der Bundesfernstraßen mit dem Datenbestand und den Methoden der BVWP.

(3) Darstellung des Leistungsvermögens aller Streckenabschnitte des Autobahnnetzes in Anlehnung an das HBS (2001).

Dabei wurde einerseits eine möglichst weitgehende Beschreibung der örtlichen Situation angestrebt und andererseits die (bei der Größe des Netzes) unvermeidliche Systematisierung und Pauschalisierung angewendet.

Die Rechentechnik wurde mit Daten des Jahres 1997 kalibriert und validiert. Auf dieser Basis wurde eine Prognose für das Jahr 2015 durchgeführt. Um daraus zur Klassifizierung der Autobahnabschnitte als Engpass zu gelangen, wurden verschiedene Modelle angewendet. Die Ergebnisse stellen sich in einer sehr differenzierten Form dar.

Im ersten Schritt wurde geschätzt, welche Geschwindigkeit die Fahrzeuge bei einer hohen Nachfrage einhalten können. Eine eingesetzte Nachfrage wurde als hoch gewertet, wenn sie laut Berechnungen innerhalb eines Jahres während 30 Stunden überschritten wird; alternativ wurde in der Studie die Schwelle bei 200 Stunden im Jahr gesetzt. Danach betrachtet man den sog. Reisezeit- oder Geschwindigkeitsin-

dex. Der Reisezeitindex setzt die gefahrene Geschwindigkeit V_{ist} ins Verhältnis zur Geschwindigkeit V_0 bei freizügiger Fahrmöglichkeit. Angesetzt wurde die Verkehrsbelastung der 30. Stunde (vgl. IVV-BBW, 2004, S .87). Laut den Ergebnissen war 1997 bei 33 % des Netzes zu erwarten, dass die Geschwindigkeit auf unter 50 % der Fahrgeschwindigkeit des freien Verkehrs abfällt (vgl. Tabelle 7.1); d.h. diese Strecken sind auf jeden Fall überlastet. Erhöht man die Schwelle für den Reisezeitindex, so steigt der Anteil an überlasteten Streckenabschnitten.

Tabelle 7.1
Anteil des BAB-Streckennetzes mit einem Reisezeitindex, der kleiner als x ist.

Geschwindigkeitsindex $x=V_{ist}/V_0$	Anteil des BAB-Streckennetzes Analyse 1997
< 0.5	33 %
< 0.6	37 %
< 0.7	40 %
< 0.8	50 %

Quelle: IVV-BBW (2004), S .87.

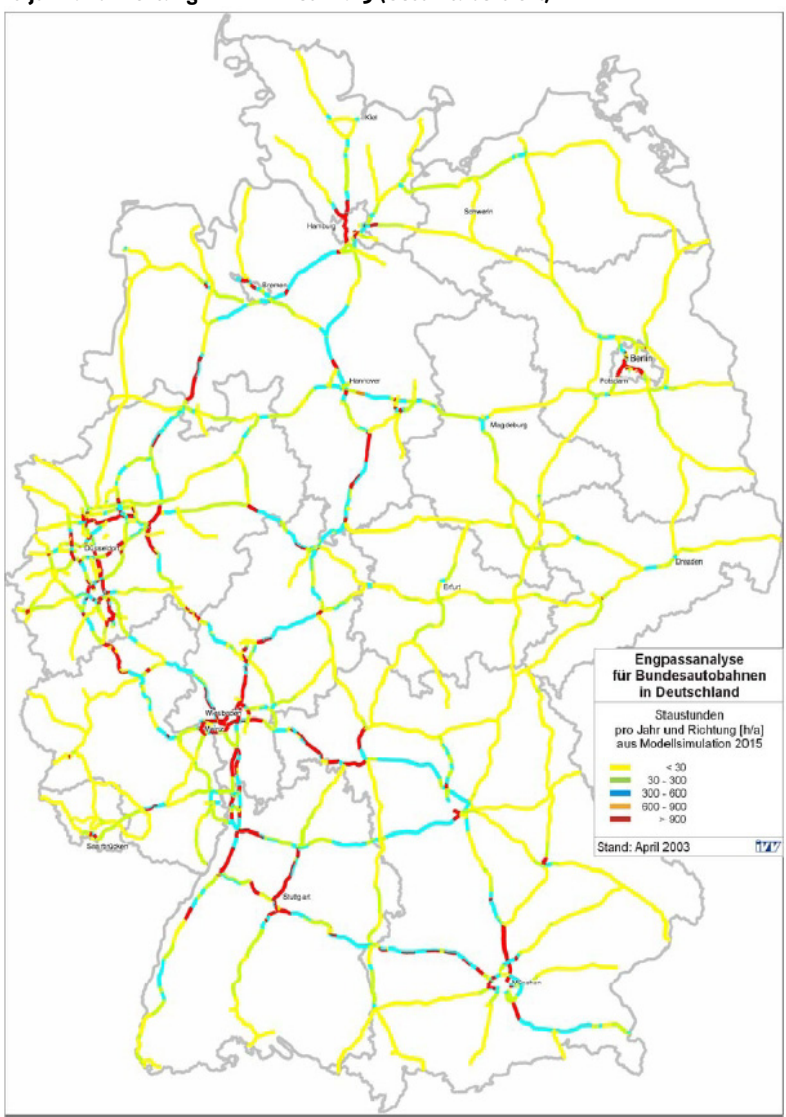
Für die Prognose sind vor allem Staustunden geschätzt worden. Eine Staustunde ist so definiert, dass die planerisch geforderte Mindestgeschwindigkeit von 75 km/h (Reisegeschwindigkeit der Pkw über einen Streckenabschnitt) unterschritten wird. Die Gesamtdauer solcher Staustunden wird aufsummiert. Es werden nur Stauungen durch Überlastungen (nicht durch Unfälle, Baustellen oder Unwetter) berücksichtigt. Es wird in der Prognose 2015 angenommen, dass alle Maßnahmen des vordringlichen Bedarfs des BVWP 2003 realisiert sind. Dabei sind die Verkehrsstärken des „Integrationsszenarios" des BVWP 2003 zuzüglich eines Prognosezuschlags unterstellt.[31]

Es zeigt sich, dass für beträchtliche Teile des BAB-Netzes auch nach dem Ausbau der beschlossenen Maßnahmen noch im Jahr 2015 mit zahlreichen Stauungen zu rechnen ist (Schaubild 7.2). Insbesondere in den Ballungsgebieten (Schaubild 7.3) sind auf den Hauptstrecken des BAB-Netzes viele Abschnitte mit mehr als 900 Staustunden pro Jahr (rot markiert) belastet. Selbst wenn die Verkehrsbelastungen um 10 % geringer als prognostiziert angesetzt werden, haben viele Netzabschnitte im Jahr 2015 zahlreiche Staustunden aufzuweisen (Schaubild 7.4).

[31] *Integrationsszenario ist der Name des als maßgeblich angesehenen Prognosefalls in der Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) von 2003.*

Schaubild 7.2

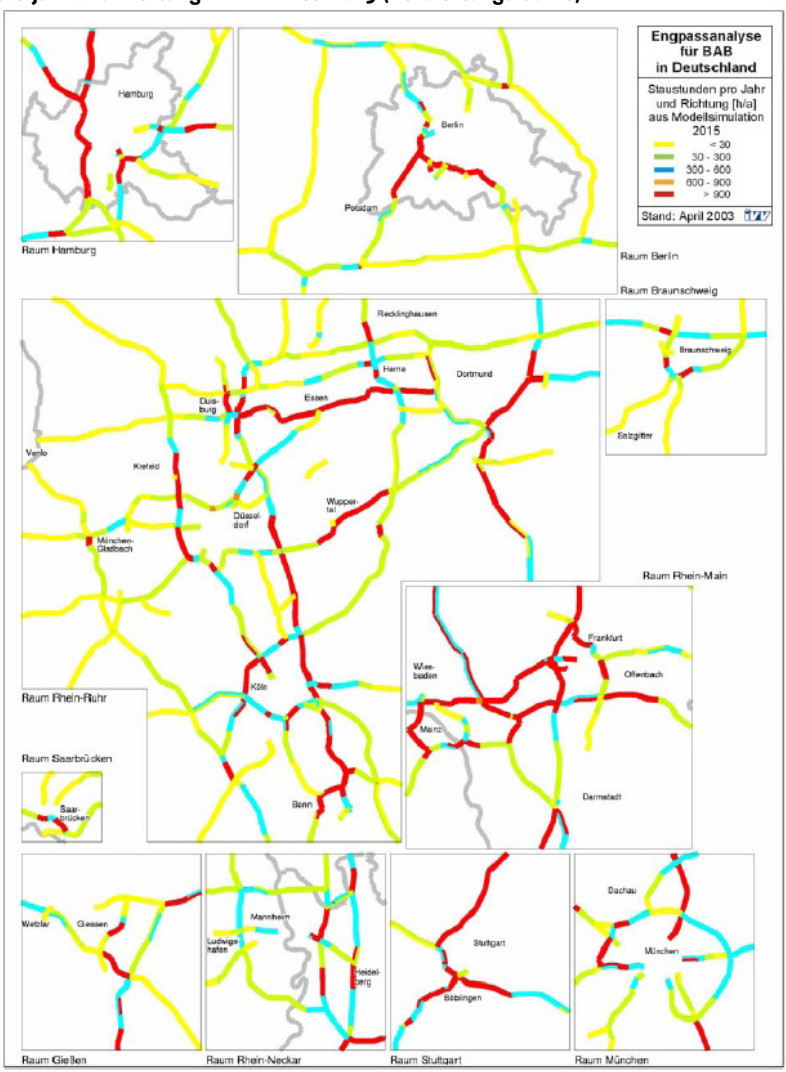
Staustunden (= Verkehrsstunden mit Pkw-Fahrgeschwindigkeiten unter 75 km/h) pro Jahr und Richtung im BAB-Netz 2015 (Gesamtübersicht)



Quelle: IVV-BBW (2004: 111).

Schaubild 7.3

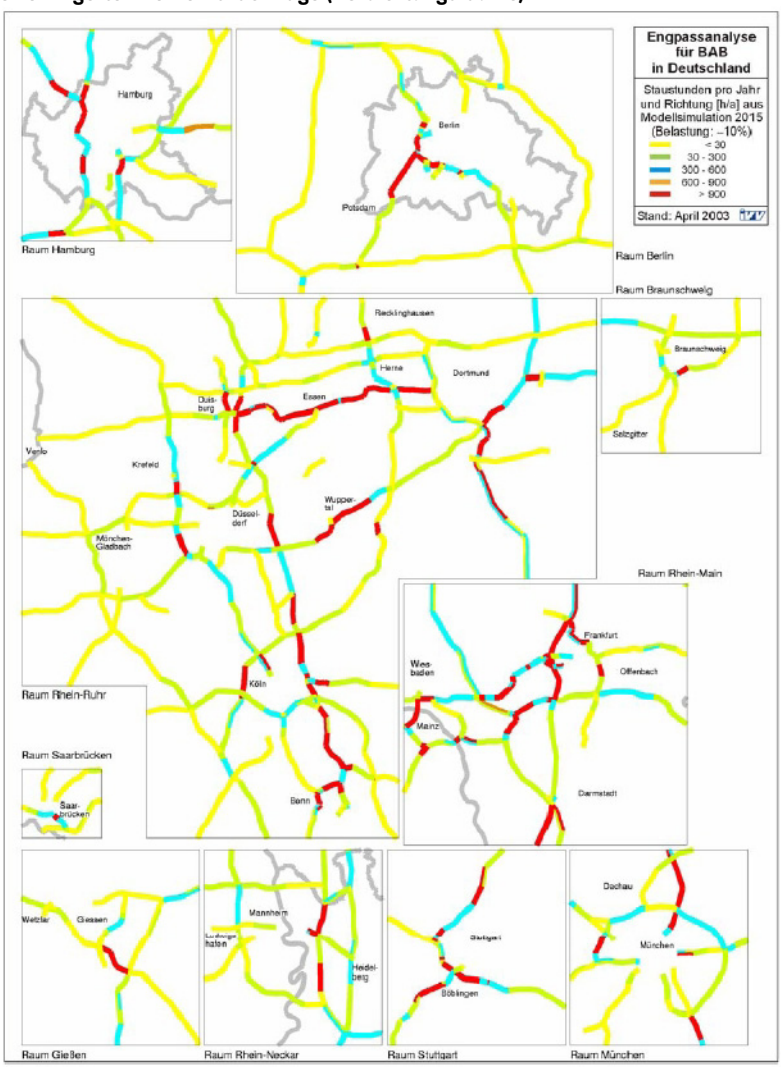
Staustunden (= Verkehrsstunden mit Pkw-Fahrgeschwindigkeiten unter 75 km/h) pro Jahr und Richtung im BAB-Netz 2015 (Verdichtungsräume)



Quelle: IVV-BBW (2004: 112).

Schaubild 7.4

Staustunden (= Verkehrsstunden mit Pkw-Fahrgeschwindigkeiten unter 75 km/h) pro Jahr und Richtung im BAB-Netz 2015 bei einer um 10 % gegenüber der Prognose verringerten Verkehrsnachfrage (Verdichtungsräume)



Quelle: IVV-BBW (2004: 117).

Der Längenanteil (in % des BAB-Netzes) staugefährdeter Strecken (d.h. mehr als 30 überlastungsbedingte Staustunden pro Jahr) wird für das Jahr 2000 mit 31 %

angegeben. Dieser Anteil steigt bis 2015 – trotz Ausbau des Netzes – auf 42 %. Selbst wenn die reale Verkehrsbelastung um 10 % unter dem Prognosewert bleibt, liegt dieser Anteil noch bei 31 %.

Insgesamt kommt die Untersuchung somit zu dem Ergebnis, dass auch bei vorsichtiger Prognose und bei Realisierung der vorgesehenen Ausbaumaßnahmen im Jahr 2015 etwa ein Drittel des BAB-Netzes überlastet sein wird.

7.2.2 Engpassanalyse des ADAC

Der ADAC hat von dem Beratungsunternehmen Intraplan Consult im Jahr 2008 eine Engpassanalyse für das deutsche Autobahnnetz mit einer relativ einfachen aber – bei einem begrenzten Untersuchungsaufwand – durchaus sachgerechten Methodik anfertigen lassen (ADAC 2008). Stand der Betrachtung ist das Jahr 2015. Betrachtet wird nur das im Jahr 2015 voraussichtlich vorhandene Netz der Bundesautobahnen. Darüber hinaus gehende Netzerweiterungen werden nicht in Betracht gezogen. Mit verkehrsplanerischen Methoden ist untersucht worden, welche Überlastungen bei dem dann zu erwartenden Verkehr auf dem deutschen Autobahnnetz noch bestehen werden. Aus den erkannten Engpässen leiten die Autoren Forderungen für einen baldigen Ausbau der Strecken her. Wenn man sich auf die höchste Prioritätsstufe konzentriert, stellt sich ein Katalog von besonderen Engpässen dar. Dieser ist weitgehend kompatibel mit der bundesweiten Planung für die Autobahnen. Diese Engpässe konzentrieren sich auf den Raum Hamburg, das Ruhrgebiet und den Korridor von Köln über Frankfurt und Stuttgart bis München.

7.3 Engpassanalyse für den Eisenbahnverkehr

Nach § 87e(4) GG gewährleistet der Bund, dass dem Wohl der Allgemeinheit beim Ausbau und Erhalt der Schienenwege der Eisenbahnen des Bundes sowie – außer beim Nahverkehr – bei deren Verkehrsangeboten Rechnung getragen wird. Das Eigentum an den Schienenwegen und den für den Bahnbetrieb notwendigen Anlagen ist für die früher im Bundesbesitz befindlichen Bahnen im Zuge der Bahnstrukturreform von 1993/94 und 1999 auf die DB Netz AG (und die DB Station & Service AG sowie die DB Energie GmbH) übergegangen. Diese privatrechtlichen Firmen sind zuständig für Planung, Baudurchführung, Instandhaltung und den Betrieb der Schieneninfrastruktur.

Weil nach § 87e GG der Bund Aufgabenträger des Schienenfernverkehrs ist, finanziert er gemäß § 8 Bundesschienenwegeausbaugesetz (BSchwAG) sowohl den Neu- und Ausbau als auch die Erhaltung (Ersatzinvestitionen) der Schienenwege der Eisenbahnen des Bundes (BMF 2009a: 111). Unterhaltung und Instandsetzung werden von der DBAG finanziert.

Im Januar 2009 hat der Bund jedoch mit der DBAG und den Eisenbahn-Infrastruktur-Unternehmen des Bundes (EIU) die „Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung“ (LuFV) abgeschlossen. Darin verpflichtet sich der Bund, jährlich 2,5 Mrd. € an die EIU für Instandhaltung und Ersatzinvestitionen für die Schieneninfrastruktur des Bundes zu zahlen. Die EIU entscheiden über die Mittelverwendung und sie ergänzen diesen nicht rückzahlbaren Zuschuss des Bundes durch eigene Finanzmittel. Die EIU haben dafür den Mitteleinsatz nachzuweisen. Sie führen als Nachweis gegenüber dem Bund auch ein Kataster über die Art und die Qualität der Eisenbahninfrastruktur. Die EIU verpflichten sich in der Vereinbarung, die Schieneninfrastruktur in einem uneingeschränkt nutzbaren Zustand vorzuhalten und dabei bestimmte Qualitätskriterien einzuhalten.

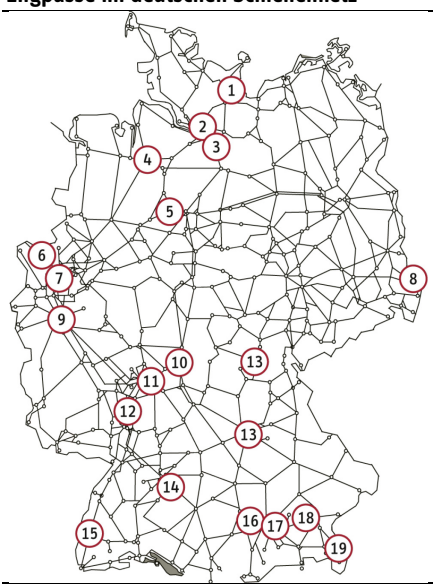
Die darüber hinaus gehenden Investitionen, also für den Ausbau des Schienennetzes der Eisenbahnen des Bundes, plant der Bund im Rahmen der Bedarfsplanung für die Bundesschienenwege (Anlage zum BSchwAG). Hier sind Maßnahmen eingestellt, die jeweils Kosten von mehr als 50 Mill. € verursachen. Ersatzinvestitionen werden in den Bedarfsplan nicht aufgenommen. Im Haushalt 2009 stellt der Bund insgesamt rd. 4,1 Mrd. € für Investitionen[32] in das bestehende Netz und für Bedarfsplanmaßnahmen bereit (BMF 2009a: 52), hinzu kommen Mittel aus dem Konjunkturpaket II (Investitions- und Tilgungsfonds).

Darüber hinaus hat sich die Bundesrepublik in zahlreichen Staatsverträgen mit angrenzenden Staaten verpflichtet, grenzüberschreitende Eisenbahnstrecken auf ihrem Gebiet zu bauen oder auszubauen. Dazu gehören insgesamt elf größere Maßnahmen (BMVBS, 2008, S. 26). Weiterhin werden mit Mitteln (Zuschüsse) der EU (TEN und EFRE) Schienenwege neu gebaut oder ausgebaut. Allen Maßnahmen liegen Wirtschaftlichkeitsrechnungen zugrunde, bevor sie in einen konkreten Investitionsplan aufgenommen werden können.

Die Analyse der bestehenden Engpässe zeigt an 19 Stellen Kapazitätsprobleme im Netz der deutschen Schienenwege auf (vgl. Schaubild 7.5). Es handelt sich dabei um längere Streckenabschnitte im Netz oder um ganze Regionen, die als ein Engpass in Gestalt eines Knotenpunktes charakterisiert werden.

[32] Hierbei handelt es sich um den Investitionsbegriff gemäß Finanzstatistik, der die Sachinvestitionen (Baumaßnahmen, Erwerb von Sachvermögen und Beteiligungen) und die Investitionszuweisungen enthält.

Schaubild 7.5
Engpässe im deutschen Schienennetz



Engpassbereiche:
1. Bad Schwartau-Lübeck-Kücknitz
2. Knoten Hamburg
3. Stelle-Lüneburg
4. Knoten Bremen
5. Seelze-Minden
6. Emmerich-Oberhausen
7. Düsseldorf-Duisburg
8. Hoyerswerda-Horka-Grenze/PL
9. Knoten Köln
10. Fulda-Frankfurt am Main
11. Knoten Frankfurt am Main
12. Rhein/Main-Rhein/Neckar
13. Nürnberg-Fürth-Leipzig
14. Stuttgart-Ulm
15. Karlsruhe-Basel
16. Augsburg-München
17. Knoten München
18. München-Mühldorf
19. Salzburg-Freilassing

Quelle: BMVBS, 2008, S. 200.

7.4 Wasserstraßen

Praktisch alle mit kommerzieller Schifffahrt befahrbaren Wasserstraßen in Deutschland liegen in der Baulast des Bundes. Nach § 87 und § 89 GG werden diese direkt vom Bund in der einzigen mehrstufigen Verwaltungsstruktur des Bundes (neben der militärischen Verwaltung) verwaltet.

Die Binnenschifffahrt findet in Deutschland zu ca. 65 % auf dem Rhein statt (BMVBS 2008a: 237). Der Rhein als großer und in Deutschland weitgehend frei fließender Fluss hat grundsätzlich reichliche Kapazitätsreserven. Engpässe ergeben sich hier vor allem auf der Mittelrheinstrecke bei Kaub (Östrich und Lorch). Die Wassertiefe liegt hier bei Mittelwasserstand bei ca. 3 m. Bei geringer Wasserführung des Rheins können die Schiffe nur mit verringerter Abladetiefe diesen Abschnitt befahren, sodass dann zum Transport der gleichen Gütermenge mehr Schiffe eingesetzt werden müssen. Bei Niedrigwasser (sogenannt GLW) wird zwischen Koblenz und Schleuse Iffezheim nur eine Fahrrinnentiefe von 2,1 m, aber in der Mittelrheinstrecke von nur 1,9 m erreicht. Im zurückliegenden Jahrzehnt sind Zeiten mit so geringer Wasserführung besonders häufig aufgetreten (Belz und Rademacher 2009). An einen Ausbau dieses Rheinabschnittes ist jedoch nicht gedacht.

Weitere Engpässe im Wasserstraßennetz sind:

- die Elbe oberhalb Magdeburg (hier findet heute keine nennenswerte Güterschifffahrt statt);
- die Donau zwischen Kelheim und Passau im Zuge der Wasserstraße Rhein-Main-Donau.

Diese beiden Flussabschnitte weisen häufig geringe Wasserführungen auf, sodass die Schiffe nur wenig laden können (z.B. Elbe) oder sie können nicht frei im Gegenverkehr befahren werden (Donau). Diese Netzabschnitte sind demgemäß Engpässe hinsichtlich der uneingeschränkten Befahrbarkeit. Sie sind jedoch keine Engpässe in dem Sinne, dass hier die Verkehrsnachfrage die mögliche Kapazität deutlich überschreitet. Für beide Abschnitte gibt es Pläne für Verbesserungsmaßnahmen, die jedoch wegen der denkbaren Umweltwirkungen nicht mit hohem Nachdruck betrieben werden bzw. im Fall der Elbe praktisch eingestellt sind.

Im Wesentlichen werden für die Binnenwasserstraßen keine erheblichen Engpässe geltend gemacht – in dem Sinne, dass die aktuelle Verkehrsnachfrage ständig größer wäre als die Kapazität. Die hier getätigten Investitionen dienen vor allem der Unterhaltung und Sicherung der Wasserwege sowie der Bereitstellung von Befahrungsmöglichkeiten für größere Schiffe.

7.5 Luftverkehr

Infrastrukturen des Luftverkehrs sind die Flughäfen sowie Einrichtungen der Flugsicherung. Zwar ist nach § 87d GG die Verwaltung des Luftverkehrs grundsätzlich Bundesaufgabe. Einzelheiten bestimmt jedoch das Luftverkehrsgesetz. Danach liegen in der Zuständigkeit des Bundes: Kapazitätsfestlegung und -koordinierung der Flughäfen sowie die Flugsicherung. Außerdem ist der Bund verantwortlich für ordnungspolitische Maßnahmen im Flugverkehr einschließlich der Vertretung deutscher Interessen in der EU und im sonstigen internationalen Rahmen.

Die für die Kapazität des Luftverkehrs entscheidenden Infrastrukturen stellen die Flughäfen dar. Diese befinden sich im Eigentum privater Firmen oder im Privateigentum öffentlicher Körperschaften. Diese sind somit auch für die Finanzierung der Investitionen zuständig. Die Genehmigung und Planfeststellung für Flughäfen geschieht nach Landesrecht unter Beachtung des LuftVG.

Obwohl der Bund nicht die primäre Zuständigkeit für die Gestaltung der Luftverkehrs-Infrastruktur in Deutschland hat, ist er im Benehmen mit den Ländern initiativ geworden und hat zuletzt im Jahr 2009 eine aktualisierte Neufassung des Flughafenkonzepts verabschiedet (BMVBS 2009). Darin wird verdeutlicht, dass Kapazitätsprobleme im Luftverkehr einerseits durch die Regeln und Techniken bei der Steuerung des Verkehrs in der Luft bestehen. Diese Engpässe sollen durch verbesserte technische Verfahren und internationale Übereinkommen gemildert werden.

Andererseits bestehen Engpässe im Luftverkehr aber vor allem bei der Infrastruktur in Gestalt der Flughäfen. Diese können drei Arten von Ursachen haben:

(1) Begrenzte Kapazität der Vorfeldanlagen und Terminals. Dieses Problem zu beseitigen, ist Aufgabe der privatrechtlichen Eigentümer der Flughäfen. Entsprechende Maßnahmen werden von den Flughafengesellschaften regelmäßig durchgeführt.

(2) Rechtlich gesetzte Engpässe: Teilweise darf die technisch mögliche Kapazität aufgrund von rechtlichen Auflagen nicht ausgenutzt werden (Beispiel: Düsseldorf).

(3) Begrenzte Kapazität der Start- und Landebahnen. Derartige Engpässe bestehen besonders an den Flughäfen Frankfurt, Berlin-Tegel und München.

Die Kapazität der Flughäfen wird durch die sogenannte Koordinationseckwerte (in: maximale Anzahl von Flugbewegungen pro Stunde bei Normalbetrieb; z.B. günstiges Wetter u.a.) ausgedrückt. Diese Werte berücksichtigen die aus allen drei genannten Gesichtspunkten erwachsenden Grenzen. Die Nachfrage nach Slots (Zeitfenster für die Durchführung einer Flugbewegung auf den Start- und Landebahnen) überschreitet an den genannten Flughäfen die gegebenen Möglichkeiten. Schaubild 7.6 zeigt dies am Beispiel der Flughäfen Düsseldorf und München.

Die von Engpässen betroffenen Flughäfen haben Maßnahmen eingeleitet, um ihre Kapazitäten zu erhöhen. Dazu gehören:

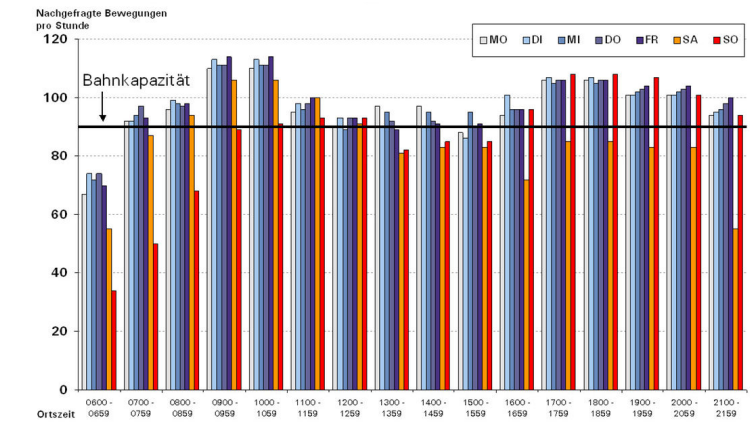
- Frankfurt: Bau einer zusätzlichen Landebahn und Bau eines weiteren Terminals.
- München: Zur Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen wird der Bau einer dritten Start- und Landebahn beantragt.
- Berlin: Bau des neuen Flughafens Berlin-Brandenburg (BBI) in Schönefeld.

Auch verschiedene andere Flughäfen planen oder betreiben Maßnahmen zur Verbesserung ihrer Kapazität. Das aktuelle Flughafenkonzept (BMVBS 2009) ist jedoch auch darauf ausgerichtet, Überkapazitäten außerhalb der größeren Flughäfen zu vermeiden. Dazu ist in BMVBS (2009: 33) eine Tabelle 4 enthalten. Diese definiert die Flughäfen, an denen die Betreiber noch einen maßvollen Ausbau genehmigt bekommen können. Für andere dort genannte Flughäfen („kleine Flughäfen“ und „Regionalflughäfen“) werden erhebliche Vorbehalte gegen eine Kapazitätserweiterung geltend gemacht.

Schaubild 7.6

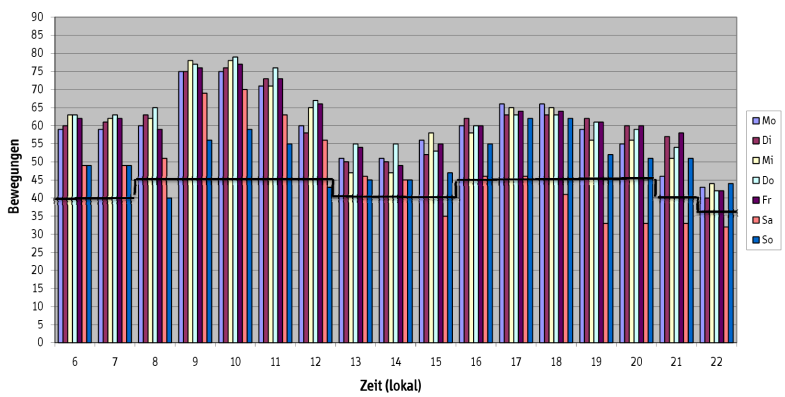
Nachfrage nach Slots und deren Kapazität an den Flughäfen München (oben) und Düsseldorf (unten) im Verlauf eines Tages an allen Wochentagen, Sommer 2006

München



Quelle: Flughafenkoordinator Deutschland, Auswertung zu IATA-Flugplankonferenz (Nov. 2006)

Düsseldorf



Quelle: Flughafen München bzw. Düsseldorf-International. Die schwarze Linie gibt die vorhandene Kapazität wieder; in Düsseldorf ist diese von der Tageszeit abhängig..Auf der horizontalen Achse sind dabei die Uhrzeit von sechs Uhr morgens bis 10 Uhr abends abgetragen, auf der vertikalen die nachgefragten Bewegungen. Die verschieden farbigen Balken pro Uhrzeit repräsentieren von links nach rechts den Wochentag (Montag bis Sonntag).

Dagegen stellt der Bund in seinem Flughafenkonzept (BMVBS 2009) fest, dass er ein Interesse an der positiven Entwicklung der beiden internationalen Hubs Frankfurt und München sowie der „großen" Flughäfen Berlin, Düsseldorf, Köln, Hamburg und Stuttgart hat.

7.6 Engpassbeseitigung und Wirtschaftswachstum

Es stellt sich nun die Frage, welche Wachstums- und Beschäftigungswirkung speziell die Beseitigung solcher Engpässe entfaltet. Es ist offensichtlich, dass die Dienstleistung, die durch die Verkehrsinfrastruktur für die deutsche Volkswirtschaft bereit gestellt wird, gerade durch Engpässe massiv eingeschränkt wird und insofern ihre Beseitigung große Effekte entfalten sollte. Wie aber die Modellbetrachtung zu Schaubild 7.1 verdeutlicht hat, kann es sein, dass die Beseitigung eines Engpasses lediglich zu einer räumlichen Verlagerung des Engpasses führt und somit auf aggregierter Ebene nicht viel gewonnen ist.[33] Die Beseitigung von Engpässen im Sinne einer volkswirtschaftlichen Betrachtung ist somit eine komplexe Aufgabenstellung, und regionale Engpassindikatoren können in die Irre führen. Auf gesamtstaatlicher Ebene oder auf Bundeslandebene müssten Indikatoren wie „Anzahl der Staustunden" erfasst werden. Würden Verkehrsinfrastrukturinvestitionen diese reduzieren und man belegen, dass das Wirtschaftswachstum mit weniger Staustunden zunimmt, so könnte man Wachstumseffekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen, die auf einen Engpassbeseitigung fokussieren, belegen und quantifizieren. Solche Daten liegen uns aber leider nicht vor. Die Verwendung von alternativen Engpassindikatoren („gefahrenen Kilometer pro Straßennetzkilometer" und „Straßenbelastung auf Bundesautobahnen") war aufgrund von Datenrestriktionen ebenfalls nicht zielführend.

7.7 Fazit

In diesem Abschnitt wurde eine möglichst aktuelle Engpassanalyse für das Straßen-, Schienen, Wasser- und Flugverkehr dargestellt und mittels eines einfachen Verkehrsmodells die Komplexität der Engpassproblematik aufgezeigt.

Es wurde gezeigt, dass Engpässe in größerem Umfang in Deutschland vor allem beim Straßen- und dem Schienennetz existieren, während beim Wasserwegenetz keine Engpassproblematik im Sinne einer Verkehrsüberlastung besteht. Nach einer

[33] Manchmal wird gegen Investitionen zur Engpassbeseitigung auch eingewendet, dass Kapazitätserweiterungen des Straßennetzes kein nachhaltiges Instrument zur Beseitigung von Stauphänomenen seien, da vor allem durch individuelle Verhaltensänderungen der Verkehrsteilnehmer und durch mehr induzierten Verkehr vorhandene Engpässe sich schon nach ein paar Jahren wieder bilden (Downs 1962; Duranton und Turner 2009). Hiergegen ist einzuwenden, dass trotz erneutem Engpass nach ein paar Jahren, die Mobilität und damit auch das BIP sich auf einem höheren Niveau befinden. Diese Erträge hätte man nicht, wenn man den Engpass nicht beseitigt hätte.

Studie des Bundesverkehrsministeriums ist ein Anstieg des Anteils der staugefährdeten Strecken des Bundesautobahnnetzes auf über 40% im Jahr 2015 zu erwarten. Auch im Schienennetz lassen sich an 19 Streckenabschnitten oder Knotenpunkten Engpässe identifizieren. Im Luftverkehr bestehen insbesondere an den großen Flughäfen Engpässe. Die zur Behebung erforderlichen Investitionsmittel werden von den Flughafengesellschaften aufgebracht. Soweit Hemmnisse bei der Realisierung der Maßnahmen bestehen, stellt sich für jeden der hoch belasteten Flughäfen eine spezielle Situation dar.

Bei der Beseitigung von Engpässen im Straßen- und Schienennetz ist maßgeblich zu beachten, dass eine gesamtheitliche Betrachtung der Verkehrsnetze erforderlich ist. Die Effekte einzelner Infrastrukturinvestitionen auf den Verkehrsfluss und mittelbar auf das Wirtschaftswachstum hängen von der richtigen Abschätzung der Wirkungen auf das Gesamtsystem ab. Mit zunehmender Komplexität des Verkehrsnetzes dürfte die Abschätzung der Wirkungen unsicherer werden. Da die Beseitigung eines Engpasses zur Entstehung eines bisher nicht erkannten latenten Engpasses führen kann, würden auf gesamtwirtschaftlicher Ebene keine oder nur sehr begrenzte positive Wachstums- oder Beschäftigungswirkungen durch eine Beseitigung von isoliert betrachteten Engpässen erzielt.

8. Eine zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse

Es stellt sich nun die Frage, wie nach den unterschiedlichen Untersuchungen, Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in Deutschland abschließend zu bewerten sind. Wie sind die Ergebnisse der einzelnen Methoden einzuordnen? Welches Gesamtbild ergibt sich zusammenfassend bezüglich der Höhe der Wachstums- und Beschäftigungswirkungen von Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur? Welche kurzfristigen Effekte kann man erwarten, welche stellen sich langfristig ein? Diese Fragen werden in diesem abschließenden Kapitel versucht zu beantworten.

8.1 Ist eine Entkopplung von Verkehrsaufkommen und Wirtschaftswachstum zu erwarten?

Bevor die Effekte von Verkehrsinvestitionen untersucht wurden, ist die Frage behandelt worden, ob in Deutschland eine Entkopplung der Verkehrsleistung und der Wirtschaftsleistung zu beobachten ist. Eine solche Entkoppelung wird vielfach aus ökologischen Gründen für erstrebenswert gehalten. Die statistischen Analysen belegen eindeutig eine positive Beziehung zwischen Verkehrs- und Wirtschaftsleistung. Es gibt keinerlei Anhaltspunkte, dass sich diese Beziehung in jüngerer Vergangenheit abgeschwächt hätte. Seit der Wiedervereinigung und der Öffnung der osteuropäischen Märkte hat sich die Höhe der Verkehrsleistung bei gegebener Wirtschaftsleistung sogar noch erhöht. Eine Entkopplung von Verkehrs- und Wirtschaftswachstum kann aktuell also in keiner Weise beobachtet werden. Dies deutet darauf hin, dass ein Wachstum der Wirtschaft stets mit einer Steigerung der Verkehrsleistung einher geht. Im Umkehrschluss ist somit zu befürchten, dass eine Begrenzung der Verkehrsleistung – z.B. durch unterlassene Investitionen in die Infrastruktur – nachteilige Auswirkungen auf das Wirtschaftswachstum haben kann. Wenn eine Entkopplungsstrategie angestrebt würde, sollte daher zunächst versucht werden, graduell die notwendigen Anreize und Voraussetzungen zu schaffen, die eine Entkopplung der beiden Phänomene fördern könnten, bevor Verkehrsinvestitionen reduziert oder in ihrer Struktur merklich verändert werden.

8.2 Wie sind die wachstums- und beschäftigungspolitischen Wirkungen von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in Deutschland einzuschätzen?

Es wurde für Deutschland empirische Evidenz für Wachstumswirkungen von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen gefunden. Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur haben positive Konjunktureffekte in der kurzen Frist und erhöhen gemäß unseren Ergebnissen auch langfristig das Wirtschaftswachstum. Sie stellen somit grundsätzlich ein effektives Instrument sowohl für eine konjunktur- als auch für eine wachstumsorientierte Wirtschafts- und Finanzpolitik dar. In unseren VAR-Analysen und im Rahmen unserer Simulationen mit dem RWI-Konjunkturmodell konnten wir auch

nachweisen, dass staatliche Verkehrsinfrastrukturinvestitionen das Wachstum u.a. dadurch steigern, dass neue private Investitionen durch diese angeregt werden (sog. crowding-in). Des Weiteren finden wir Hinweise für abnehmende Grenzerträge: die Wachstumswirksamkeit von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen scheint seit den 1970er Jahren bis Ende der 1980er Jahre im Durchschnitt über alle Projekte gesunken zu sein. Aufgrund der Wiedervereinigung ist die Wirksamkeit wohl etwas gestiegen und danach wieder gefallen. Die Wachstumswirksamkeit variiert also vermutlich mit der Höhe der Qualität und des Bestandes an Verkehrsinfrastruktur, wie es das Gesetz der abnehmenden Grenzerträge nahe legt: Mit zunehmender Qualität und Höhe des Bestands an Verkehrsinfrastruktur in Deutschland sank die Wirksamkeit von Investitionen von 1970 bis 1989. Aufgrund des maroden Verkehrsnetzes in der DDR wuchs diese wieder. Nach umfassenden Investitionen, die die großen vorhandenen Lücken in den neuen Ländern Stück für Stück abbauten, sank dann auch die Wirksamkeit wieder.[34]

Es konnte keine empirische Evidenz für direkte Beschäftigungseffekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen gefunden werden. Simulationen mit dem RWI-Konjunkturmodell deuten ebenfalls auf relativ geringe Effekte hin. Der Grund dafür dürfte darin liegen, dass Verkehrsinvestitionen, vor allem Straßenbauinvestitionen, mit starkem Einsatz großer Maschinen mit geringem Arbeitsaufwand durchgeführt werden. Größere Beschäftigungseffekte können dann nur von den Multiplikator- und Akzeleratoreffekten der klassischen Art ausgehen. Dies würde im Einklang mit den Ergebnissen von Seitz (1993) stehen: Seitz hat für die Straßeninfrastruktur in Deutschland ein komplementäres Verhältnis zum privaten Kapitalstock, aber ein substitutives Verhältnis zum Faktor Arbeit gefunden. Daher sollten Verkehrsinfrastrukturinvestitionen zu mehr privaten Investitionen führen, aber letztlich nicht unbedingt zu bedeutend mehr Beschäftigung.

8.3 Wie hoch sind die kurzfristigen Effekte und welche Effekte stellen sich langfristig ein?

8.3.1 Die sich kurz- bis langfristig einstellenden Jahreseffekte

Für die praktische Wirtschafts- und Finanzpolitik ist wichtig, die zu erwartenden Effekte von staatlichen Investitionen auch zu quantifizieren. Um belastbare Ergebnisse zu erzielen, die die zu erwartende Bandbreite der Effekte aufzeigen, haben wir drei verschiedene Methoden verwendet. Wir fanden erwartungsgemäß je nach Methode sehr unterschiedliche Größenordnungen der Effekte. Die Ergebnisse der

[34] *Ähnliche Ergebnisse fand Fernald (1999) für die USA: nachdem ab etwa 1973 das Schnellstraßensystem vervollständigt war, konnte die Hypothese, dass die Grenzproduktivität des Straßensystems Null sei, statistisch nicht mehr abgelehnt werden. Die hohen positiven Grenzerträge von Investitionen in der Ära vor der vollständigen Errichtung eines Straßennetzes konnten danach nicht mehr erzielt werden (vgl. auch Romp und de Haan 2007: 11).*

unterschiedlichen Ansätze sind in Tabelle 8.1 zusammengestellt. Auf der Basis einer gesamtstaatlichen Zeitreihenanalyse mittels VAR-Schätzungen fanden wir Evidenz dafür, dass eine Erhöhung der gesamtstaatlichen Investitionen in der Zeitspanne seit 1970 im ersten Jahr im Durchschnitt zu einem Anstieg des deutschen BIP führte. Für einen längerfristigen Effekt finden wir keine statistisch belegbaren Hinweise. Ein wesentlicher Wirkungskanal von Verkehrsinvestitionen ist laut unseren VAR-Schätzungen die Generierung von zusätzlichen privaten Investitionen. Der geschätzte kurzfristige Effekt im ersten Jahr ist quantitativ unglaubwürdig hoch, so dass die VAR-Schätzungen lediglich qualitativ aussagekräftig sind. Die VAR-Schätzungen bereiten somit empirische Evidenz für die Wachstumswirksamkeit von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen, sie erwiesen sich zumindest im vorliegenden Fall aufgrund bestehender statistischer Probleme[35] für eine belastbare Quantifizierung der Effekte aber als ungeeignet.

Tabelle 8.1
Vergleich der kurz- und langfristigen realen Jahreseffekte einer Investition in Höhe von 1 Mrd. € bei den einzelnen Modellen
in Preisen des Jahres 2008; Effekte in Mrd. €

Mrd: €	Kurzfristeffekt bzw. im 1. Jahr	Langfrist- bzw. Mittelfristeffekte
VAR-Modell	(8,2)	-
Panelmodell	0,1	0,13-0,26
Konjunkturmodell	1,0	0,05

Eigene Berechnungen auf Basis des BIP des Jahres 2008. Nur statistisch signifikante Effekte sind aufgeführt. Die Vergleichbarkeit der Langfristeffekte des Panelmodells mit denen des Konjunkturmodells ist aufgrund unterschiedlicher Definitionen eingeschränkt: beim Konjunkturmodell meint der Langfristeffekt den Effekt nach drei Jahren (Mittelfristeffekt), bei der Panelanalyse ist es der sich langfristig einstellende jährliche Effekt auf die Produktion. Obwohl im RWI-Konjunkturmodell eine dauerhafte Erhöhung der Investitionen simuliert wurde, ist hier der Effekt einer einmalig erhöhten Investition beziffert, um die Vergleichbarkeit zu wahren.

Auf Basis einer Bundesländer-Panelanalyse fanden wir erwartungsgemäß geringere Effekte. Nach unseren Produktionsfunktionsschätzungen führt eine Erhöhung des Verkehrsinfrastrukturbestandes um 1% (auf gesamtstaatlicher Ebene gleichzusetzen mit Netto-Investitionen in Höhe von 7,6 Mrd. €) im Durchschnitt der Jahre von 1993 bis 2006 über alle Länder zu einem kurzfristigen Anstieg des BIP um 0,03%. Dies entspricht gegenwärtig etwa 750 Mill. €; dieser Kurzfristeffekt ist in seiner Höhe allerdings unsicher. Der Effekt wächst langfristig auf 0,04 bis 0,12%

[35] *Es kann nur eine zu geringe Anzahl an Kontrollvariablen einbezogen werden, so dass die VAR-Methode limitiert ist.*

des BIP, was etwa 1 bis 3 Mrd. € entspricht. Eine Investition in Höhe von 1 Mrd. € führt somit zu einem kurzfristigen Anstieg des BIP um etwa 100 Mio. €, der langfristig auf 130 bis 400 Mio. € anwächst (vgl. Tabelle 8.1. zweite Zeile).[36] Vernachlässigt man Resultate, die eher als Ausreißer zu werten sind, so deuten die empirischen Ergebnisse auf Elastizitäten für den Langfristeffekt in einem engen Bereich von 0,065 bis 0,07% hin, was bei einer Investition in Höhe von 1 Mrd. € mit einem BIP-Anstieg von 230 bis 250 Mio. € gleichzusetzen ist.

Wir haben schwache Evidenz für Spillovereffekte zwischen den deutschen Ländern bezüglich der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen gefunden. Es muss deshalb beachtet werden, dass in der Panelanalyse über die Länder der durchschnittliche Wachstumseffekt von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen vermutlich unterschätzt wird. Die Spillovereffekte belastbar zu quantifizieren, war aber leider nicht möglich.

Wir finden auch Evidenz dafür, dass die Wachstumswirksamkeit von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in den jungen Ländern in Ostdeutschland sehr viel höher war, und Investitionen in Höhe von 1 Mrd. € eindeutig höhere jährliche Erträge als 1 Mrd. € hervorriefen. Aufgrund des maroden Zustandes nach der Wiedervereinigung bestand dort also erwartungsgemäß eine Unterversorgung mit Verkehrsinfrastruktur, die die Wachstumseffekte von Investitionen deutlich erhöhte.

Im RWI-Konjunkturmodell haben unsere Simulationen[37] einer einmaligen Investition in Höhe von 1 Mrd. € einen kurzfristigen nominalen Effekt im ersten Jahr von knapp 1,3 Mrd. € ergeben. Aufgrund von Preiseffekten sinkt dieser Effekt real auf etwa 1,1 Mrd. €. Nach drei Jahren verbleibt aber lediglich ein realer Effekt von etwa 0,05 Mrd. €.

Bei einer permanenten Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen wächst der Effekt auf das nominale BIP nach drei Jahren auf 1,4 Mrd. €. Real beläuft sich der Effekt dann aber nur noch auf 0,9 Mrd. €. Es kommt bei Verkehrsinfrastrukturinvestitionen wegen der gestiegenen Nachfrage bei gegebenen Kapazitäten also zu

[36] Dabei ist zu beachten, dass der Effekt in Mrd. € ausgedrückt von dem betrachteten Jahr, auf das die Elastizität angewendet wird, abhängig ist. Auch das Ausmaß einer 1%-igen Erhöhung der Infrastruktur fällt in Mrd. € ausgedrückt je nach aktuellem Infrastrukturniveau unterschiedlich hoch aus. Ist die Elastizität beispielsweise 0,5%, führt eine Erhöhung des aktuellen Verkehrsinfrastrukturbestandes um 1% bei einem BIP in Höhe von 2,492 Billionen € (Deutschland im Jahr 2008) zu einem Anstieg um 12,46 Mrd. €, bei einem BIP von nur 541,1 € (NRW im Jahr 2008) entsprechend nur zu einem Anstieg um 2,7 Mrd. €. Von daher ist darauf hinzuweisen, dass die prozentual ausgedrückten Wachstumselastizitäten aussagekräftiger sind, da diese flexibel auf verschiedene Bundesländer und den Bund anzuwenden sind.

[37] Aufgrund der Linearität des Modells können die Ergebnisse aus Kapitel 6 für eine Investition von 2 Mrd. € durch zwei geteilt werden, um die Effekte einer Investition in Höhe von 1 Mrd. € zu erhalten.

nennenswerten Preiserhöhungen. Zudem zeigt sich im Konjunkturmodell wie bei unserer VAR-Analyse, dass der öffentliche Kapitalstock, wenn auch nur geringfügig, durch Verkehrsinfrastrukturinvestitionen erhöht wird, da diese auch private Investitionen anregen. Wir finden somit bei staatlichen Verkehrsinfrastrukturinvestitionen keine Verdrängung von privaten Investitionen, sondern eine Stimulierung dieser. Dies bedeutet, dass durch Verkehrsinfrastrukturinvestitionen das Wachstumspotenzial dauerhaft erhöht wird.

Es ist beim RWI-Konjunkturmodell zu beachten, dass es tendenziell ein nachfrageorientiertes Simulationsmodell ist. Während bei der Panelanalyse die Angebotsseite betrachtet wird, ohne dass Nachfrageeffekte in stärkerem Maße erfasst würden. Die Ergebnisse der beiden Studien sind somit nicht ganz vergleichbar. Während beim Konjunkturmodell vor allem die kurzfristigen Nachfrageeffekte konjunktureller Art geschätzt werden, so werden beim Produktionsfunktionenansatz die sich langfristig einstellenden Angebotseffekte geschätzt. Das Mittelfristmodul des RWI-Konjunkturmodells wiederum erfasst ebenfalls angebotsseitige Mittelfristeffekte. Die dort geschätzten kurz- bis mittelfristigen Angebotseffekte auf das Produktionspotential im zweiten und dritten Jahr nach der Investition belaufen sich bei einer Investition in Höhe von einer Mrd. € auf jeweils ca. 0,05 Mrd. €. Dieser Wert liegt nur etwas tiefer als unser Ergebnis für den Kurzfristeffekt bei der Länderpaneluntersuchung (knapp 0,1 Mrd. €).

Wie schon in der Literatur diskutiert, fällt der geschätzte Effekt der Zeitreihenanalyse (VAR) deutlich größer aus als die der Paneluntersuchung (vgl. Tabelle 8.1). Um zu einer zusammenfassenden Bewertung bezüglich der Höhe der zu erwartenden Effekte zu kommen, kann man die unplausiblen VAR-Ergebnisse ausblenden und sich auf die verbleibenden Ergebnisse aus der Länder- und Konjunkturmodelluntersuchung konzentrieren. Der Effekt einer Verkehrsinfrastrukturinvestition lässt sich dabei in einen kurz- bis mittelfristigen Nachfrage- und einen mittel- bis langfristigen Angebotseffekt aufteilen. Nach den Berechnungen mit dem RWI-Konjunkturmodell führen Verkehrsinfrastrukturinvestition in Höhe von 1 Mrd. € im ersten Jahr vor allem in Form von Nachfrageeffekten zu einem realen BIP-Anstieg von etwa 1,1 Mrd. € (nominal 1,3 Mrd. €). Diese Nachfrageeffekte bestehen aber nur temporär und nach drei Jahren belaufen sich die Effekte nominal nur noch auf 0,05 Mrd. € (real besteht kein Effekt mehr). Gemäß Mittelfristmodul des RWI-Konjunkturmodells und Panelschätzung der deutschen Produktionsfunktion kommt es aber zu wachstumsrelevanten Angebotseffekten: mittelfristig kommt es ab dem zweiten Jahr zu jährlichen realen Angebotseffekten in Höhe von etwa 0,05 bis 0,1 Mrd. €. Laut unserer Panelschätzung wachsen diese jährlichen realen Angebotserhöhungen langfristig auf 0,13 bis maximal 0,4 Mrd. €.

8.3.2 Der über die Nutzungsdauer akkumulierte Wachstumseffekt

Für eine wachstumsorientierte Wirtschafts- und Finanzpolitik sind vor allem die sich anhaltend einstellenden Effekte auf das BIP relevant. Dies sind die eigentlichen angebotsseitigen Wachstumseffekte. Da die Langfristeffekte des Mittelfristmoduls und der Paneluntersuchung lediglich den Effekt auf die jährliche gesamtwirtschaftliche Produktion angeben, und es im Rahmen des dynamischen Panelmodells aufgrund der meist fehlenden Signifikanz des Koeffizienten des Vorjahres-BIP nicht möglich war, die akkumulierten Effekte belastbar zu schätzen, muss ein akkumulierter Effekt als Summe aller zukünftigen Effekte der geschaffenen Verkehrsinfrastruktur bestimmt werden, wie es von van Suntum et al. (2008) vorgeschlagen wird. Um diesen akkumulierten Effekt zu quantifizieren, muss die Lebensdauer der durch Investitionen netto geschaffenen Verkehrsinfrastruktur unter Berücksichtigung deren jährlicher Abnutzung beachtet werden. Des Weiteren sollte – abweichend von van Suntum et al. (2008) – für eine Vergleichbarkeit der Effekte der Gegenwartswert der Wirkung bestimmt werden, so dass auch die Opportunitätskosten der Finanzierung beachtet werden.

Gemäß van Suntum et al. (2008: 28) lässt sich eine durchschnittliche Lebensdauer des deutschen Verkehrsinfrastrukturkapitalstocks von gut 30 Jahren berechnen. Je nach Investition kann diese aber auch bei 20 oder 40 und mehr Jahren liegen. Wir haben deshalb drei Szenarien mit 20, 30 und 40 Jahren durchschnittlicher Lebensdauer berechnet. Dabei haben wir zuerst wie van Suntum et al. (2008) eine lineare Abschreibung des neu investierten Bestandes unterstellt, so dass der akkumulierte Effekt (AE) über die gesamte Lebensdauer (L) sich aus einem mit Zins r diskontierten linear abzuschreibenden jährlichen Anfangsimpuls (AI) ergibt:

$$AE^{linear} = \sum_{i=0}^{L-1} AI \cdot \left(1 - \frac{i}{L}\right) \cdot \left(\frac{1}{1+r}\right)^{i}$$

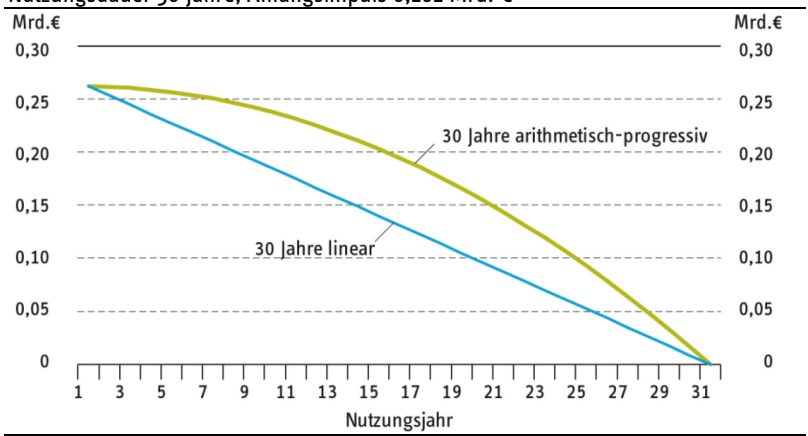
Da man davon ausgehen muss, dass Verkehrsinfrastruktur anfangs nur wenig, dann aber immer stärker pro Jahr abgenutzt wird, haben wir auch eine arithmetisch-progressive Abnutzung unterstellt.[38] Dabei erhöht sich die Abschreibung jedes Jahr um einen festen Betrag (Progressionsbetrag), so dass am Ende der Nutzungsdauer der Kapitalbestand vollständig abgeschrieben bzw. abgenutzt ist. Die entsprechende Formel lautet:

$$AE^{progr} = \sum_{i=0}^{L-1} AI \cdot \left(1 - \frac{i(1+i)}{L(1+L)}\right) \cdot \left(\frac{1}{1+r}\right)^{i}$$

[38] *Für eine kurze Beschreibung zur Ermittlung progressiver Abschreibungen siehe Ulbig (2007).*

Wie sich der jährliche BIP-Effekt (noch nicht diskontiert) über die Nutzungsdauer von 30 Jahren bei einem jährlichen Anfangseffekt von z.B. 0,262 Mrd. € jeweils entwickelt, wird in Schaubild 8.1 dargestellt.

Schaubild 8.1
Verlauf des jährlichen Effekts über die Nutzungsdauer
Nutzungsdauer 30 Jahre, Anfangsimpuls 0,262 Mrd. €



Bei den Berechnungen wird jeweils vereinfacht unterstellt, dass der Angebotseffekt sich schon im ersten Jahr einstellt. Bei der Diskontrate orientieren wir uns an dem durchschnittlichen Schuldzinsniveau des Bundes. Dieses beläuft sich auf 4,2%.[39] Als Anfangsimpuls haben wir zum einen auf Basis der kurzfristigen Angebotseffekte gemäß Mittelfristmodul des RWI-Konjunkturmodells und Panelanalyse einen Mindesteffekt im ersten Jahr von 100 Mio. € unterstellt. Alternativ haben wir als wahrscheinlichsten Effekt einen jährlichen Anfangsimpuls von 230 Mio. € und als Maximaleffekt einen jährlichen Anfangsimpuls von 262 Mio. € verwendet.[40] Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.2 zusammengefasst.

[39] *Der Schuldenstand des Bundes am Kreditmarkt belief sich Ende 2008 auf etwa 980 Mrd. € (BMF 2009a, 2009b). Im Bundeshalt sind im Soll für das Jahr 2009 Zinsausgaben in Höhe von 41,5 Mrd. € veranschlagt (BMF 2009a: 20). Daraus berechnet sich eine durchschnittliche Verzinsung der Bundesschuld am Kapitalmarkt von 4,2%. Das BMF selbst geht davon aus, dass aktuell eine Nettoneuverschuldung mit Zinsausgaben von 3% einher geht (BMF 2009a: 79).*

[40] *Bei der Auswahl der relevanten Anfangsimpulse ist zu beachten, dass geschätzte Langfristeffekte des dynamischen Modells nicht verwendet werden können, da diese schon auf Basis einer Formel (geometrische Reihe) als Effekt über alle Zukunft berechnet wurden und die Wahl dieser Effekte als Anfangsimpuls somit inkonsistent wäre.*

Je nach Nutzungsdauer und Abnutzungsmuster der durch Investitionen in Höhe von 1 Mrd. € geschaffenen Verkehrsinfrastruktur liegt der diskontierte akkumulierte Effekt in einer Bandbreite von 0,8 bis 2,7 Mrd. € (Nutzungsdauer von 20 Jahren), 1,1 bis 3,6 Mrd. € (Nutzungsdauer von 30 Jahren) und 1,3 bis 4,2 Mrd. € (Nutzungsdauer von 40 Jahren); ist die Nutzungsdauer der durch Investitionen geschaffenen Verkehrsinfrastruktur noch länger, so steigt der akkumulierte Effekt weiter. Es ist somit wahrscheinlich, dass der Gegenwartswert der Investitionserträge die Investitionskosten nicht unterschreitet und Verkehrsinfrastrukturinvestitionen effizient sind. Verwendet man die am häufigsten geschätzte Elastizität (jährlicher Anfangseffekt 0,23 Mrd. €), die mittlere Nutzungsdauer von etwa 30 Jahren und das arithmetisch-progressive Abnutzungsmuster, so kann bei einer Investition in Höhe von 1 Mrd. € von einem Effekt von 3,1 Mrd. € ausgegangen werden. Auch wenn man vorsichtig den niedrigen jährlichen Anfangseffekt von nur 0,1 Mrd. € unterstellt, werden die Investitionskosten selbst bei einer selten zutreffenden kurzen durchschnittlichen Nutzungsdauer von 20 Jahren vermutlich nahezu durch die Investitionserträge „finanziert". Eine solche Betrachtung vernachlässigt aber noch sämtliche dynamische Rückwirkungen der Finanzierung der Investition. So verteuern kreditfinanzierte staatliche Investitionen z.B. womöglich private Investitionen durch etwaige steigende reale Zinsen.

Tabelle 8.2

Bandbreite des diskontierten akkumulierten langfristigen realen Effekts einer Investition in Höhe von 1 Mrd. €

Lineare und arithmetisch-progressive Abnutzung über eine Nutzungsdauer von 20, 30 und 40 Jahren; Effekte in Mrd. € und in Preisen des Jahres 2008

		Nutzungsdauer in Jahren		
		20	30	40
		Lineare Abnutzung		
Jährlicher Anfangsimpuls	0,1 Mrd. €	0,8	1,1	1,3
	0,23 Mrd. €	1,9	2,5	3,0
	0,262 Mrd. €	2,2	2,8	3,4
		Arithmetisch-progressive Abnutzung		
	0,1 Mrd. €	1,0	1,4	1,6
	0,23 Mrd. €	2,4	3,1	3,7
	0,262 Mrd. €	2,7	3,6	4,2

Eigene Berechnungen. Ablesebeispiel: Durch eine Investition in die Verkehrsinfrastruktur in Höhe von 1 Mrd. € wird über eine unterstellte Nutzungsdauer von 30 Jahren ein zusätzliches BIP im Gegenwartswert von 3,1 Mrd. € bewirkt, wenn als Anfangsimpuls ein zusätzlicher jährlicher BIP-Effekt von 0,23 Mrd. € und eine arithmetisch-progressive Abnutzung unterstellt wird.

8.3.3 Auswertung der Ergebnisse zu den Beschäftigungseffekten

Signifikante Beschäftigungseffekte konnten im Rahmen der VAR-Analyse nicht gefunden werden. Im Rahmen unserer Simulationen mit dem RWI-Konjunkturmodell berechnen wir aber leicht positive Beschäftigungswirkungen: demnach wächst die Beschäftigung bei einer Verkehrsinfrastrukturinvestition von 1 Mrd. € im ersten Jahr um etwa 2 500 Beschäftigte. Werden die Investitionen dauerhaft um 1 Mrd. € erhöht, so steigt die zusätzliche Beschäftigung im zweiten Jahr noch einmal um 2 500 auf 5 000 Erwerbstätige; im dritten Jahr verharrt die Beschäftigung auf diesem Niveau. Nach drei Jahren hat die Investitionserhöhung also letztlich die Beschäftigung um 5 000 Beschäftigte erhöht.

Bei einer einmaligen Erhöhung der Investitionen um 1 Mrd. € steigt die Beschäftigung im ersten Jahr wieder um 2 500 Erwerbstätige. Im zweiten Jahr wird die Beschäftigungserhöhung gehalten, ohne dass es zu zusätzlichen Effekten kommt. Dieser Beschäftigungseffekt ist aber nur temporär. Schon im dritten Jahr fällt die Beschäftigung wieder und es wird kein positiver Beschäftigungseffekt mehr ausgewiesen. Die von uns im Rahmen der Länderpanelschätzung belegten Angebotseffekte sollten aber langfristig zu geringen positiven Beschäftigungseffekten führen.

Wir finden damit deutlich niedrigere Beschäftigungseffekte als Bach et al. (1994), Baum und Kurte (1999) und Hartwig und Armbrecht (2008), die ihre Berechnungen der Beschäftigungseffekte auf Input-Output-Analysen stützten, wie sie auch bei den Wirtschaftlichkeitsrechnungen für die Erstellung der Bundesverkehrswegepläne verwendet werden.[41] In diesen Studien liegt der Beschäftigungseffekt einer Investition von 1 Mrd. € in die Verkehrsinfrastruktur in einer Bandbreite von 15 000 bis 21 500 Beschäftigten (vgl. Kapitel 1.2).

8.4 Investitionen in Straße und Schiene: Welche Unterschiede sind zu beachten?

Im Rahmen unserer VAR-Analysen konnten wir auch die Frage nach den Unterschieden zwischen Investitionen in das Straßen- und Schienennetz untersuchen. Aufgrund der sehr geringen Bedeutung von Wasserwegeinvestitionen wurden diese nicht speziell untersucht. Statistisch signifikante Effekte konnten nur für den Straßenbau gefunden werden: im Jahr der Investition steigt das BIP und die privaten Investitionen (crowding-in). Unsere Ergebnisse verweisen somit auf einen im Vergleich zu Schienennetzinvestitionen größeren Wachstumseffekt von Straßeninvestitionen. Obwohl wir für Schieneninvestitionen keine statistisch signifikanten Effekte fanden, heißt die im Umkehrschluss aber natürlich nicht, dass diese keine positiven

[41] *Man könnte einwenden, dass in Input-Output-Analysen auch indirekte Beschäftigungswirkungen erfasst werden, was zu höheren Effekten führe. Da das RWI-Konjunkturmodell aber die vollständige deutsche Volkswirtschaft modelliert und darüber hinaus auch Multiplikator- und Akzelleratoreffekte erfasst, ist dieser Einwand nicht stichhaltig.*

Effekte hätten; im Rahmen unserer Studie können wir diese lediglich nicht belegen. Für beide Investitionen (Straße und Schiene) konnten keine statistisch nachweisbaren Effekte auf das Arbeitsvolumen gefunden werden, so dass beim Beschäftigungseffekt letztlich auch keine Unterschiede belegt werden können. Auch dieses Ergebnis muss nicht unbedingt bedeuten, dass von solchen Investitionen keinerlei Beschäftigungseffekte ausgehen.

8.5 Welche Bedingungen fördern bzw. behindern die Entfaltung positiver Effekte?

Wir haben verschiedene Aspekte für die Fragestellung beleuchtet, welche Bedingungen die Entfaltung von positiven Effekten durch Verkehrsinfrastrukturinvestitionen fördert bzw. behindert. Zum einen haben wir innerhalb der VAR-Analyse untersucht, ob das Produzierende Gewerbe und der Dienstleistungssektor unterschiedlich von Verkehrsinvestitionen profitieren. Wäre dies der Fall, so wären Verkehrsinvestitionen in einer Region, die in ihrer **Wirtschaftsstruktur** einen größeren Anteil an einem der Sektoren aufweist, mehr oder weniger effektiv als in anderen Regionen. Allerdings haben wir für einen Unterschied zwischen den beiden Sektoren keine ausreichenden Belege gefunden.

Allerdings fanden wir im Rahmen der Paneluntersuchung Evidenz für einen schwachen Effekt des **Alterskoeffizienten**: in Regionen mit einem überdurchschnittlichen Anteil an Ruheständlern scheint die Wachstumswirksamkeit von Verkehrsinvestitionen ein wenig geringer zu sein als in Regionen mit einem niedrigeren Alterskoeffizienten; Verkehrsinfrastrukturinvestitionen lohnen sich somit in den Regionen etwas mehr, wo das Durchschnittsalter nicht zu hoch ist. Des Weiteren fanden wir Evidenz dafür, dass die Wirksamkeit von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in Regionen mit höherer **Bevölkerungsdichte** ein wenig höher ist. Die Arbeitslosenquote scheint keine Rolle zu spielen. All diese Ergebnisse sind aber noch unsicher. Welchen Unterschied es zwischen Stadtstaaten und Flächenländern gibt, konnte nicht abschließend beantwortet werden.

8.6 Welche Rolle spielen Engpässe der Verkehrsinfrastruktur in Deutschland?

Engpässe bestehen bei der deutschen Verkehrsinfrastruktur vor allem beim Straßen- und Schienennetz. Wir haben gezeigt, dass aufgrund der Komplexität des Verkehrsgeschehens bei der Planung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen eine gesamtheitliche Sicht notwendig ist, die auch die Interaktion von vorhandenen und latent bestehenden Engpässen im Auge behält. So kann die Beseitigung eines bestehenden Engpasses zur Entstehung eines neuen Engpasses führen, der zwar noch nicht akut, aber eben doch schon latent vorhanden war. Die Folge wäre, dass eine Investition, die einen akuten Engpass beseitigt, letztlich keinerlei wesentliche Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Verkehrsinfrastruktur herbeiführen würde: Wachstums- und Beschäftigungswirkungen würden von einer solchen Verkehrsinf-

rastrukturinvestition letztlich also nicht ausgehen. Bei einer regionalen Verlagerung des Engpasses würde vielleicht die enge Region, in der der Engpass beseitigt wurde, wirtschaftlich profitieren. Doch dies würde auf Kosten einer anderen Region geschehen, in der nun der neue Engpass entsteht. Gesamtwirtschaftlich müsste also nicht notwendigerweise etwas gewonnen sein. Es wäre sogar denkbar, dass eine solche Investition gesamtwirtschaftlich die Wirtschaftsleistung senkt (vgl. Romp und de Haan 2007: 12).

Aufgrund dieser Komplexität ist die Bildung eines gesamtwirtschaftlichen Maßes für die Engpasssituation der deutschen Verkehrsinfrastruktur sehr schwierig. Letztlich zeigten denkbare Maße zu wenig Variation, um eine empirische Analyse der Wachstumseffekte einer gesamtwirtschaftlichen Engpassverbesserung zuzulassen.

8.7 Wie effektiv sind Verkehrsinfrastrukturinvestitionen im Vergleich zu alternativen Verwendungen?

Die gesamtwirtschaftlichen Effekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen wurden innerhalb des RWI-Konjunkturmodells mit drei alternativen Verwendungen verglichen. Dazu wurden die Effekte einer (i) Erhöhung der monetären Sozialleistungen (Renten, Kindergeld, Zahlungen an Arbeitslose und Sozialhilfeempfänger, usw.), (ii) einer Senkung der Beiträge bei den Gesetzlichen Krankenkassen und (iii) einer Erhöhung der staatlichen Forschungs- und Bildungsausgaben simuliert. Um die Vergleichbarkeit zu garantieren, wurde jeweils ein dauerhafter Impuls von 0,5 Mrd. € pro Quartal unterstellt. Einschränkend ist zu dem Vergleich anzumerken, dass es sich um einen Vergleich der konjunkturellen Effekte in den ersten drei Jahren handelt, der vorwiegend auf den kurz- bis mittelfristig ausgelösten Nachfrageeffekten basiert. Die wichtigen langfristig sich einstellenden Wachstumseffekte bleiben innerhalb eines Konjunkturmodells also noch außen vor. Es ist deshalb zu betonen, dass der Vergleich nur für eine konjunkturpolitische Diskussion Schlussfolgerungen erlaubt. Wachstumspolitische Schlüsse lassen sich für die Finanzpolitik ausdrücklich nicht ziehen.

Die Ergebnisse bezüglich der durchschnittlichen jährlichen Effekte innerhalb der ersten drei Jahre (vgl. Tabelle 6.3) zeigen, dass Investitionen in Forschung, Bildung oder die Verkehrsinfrastruktur die höchsten Wachstumseffekte erzielen. Die jahresdurchschnittlichen nominalen Wachstumseffekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen innerhalb der im Modell berechneten ersten drei Jahre sind genauso hoch wie die von Investitionen in Bildung oder in Forschung und Entwicklung (F&E). Der reale Effekt der Verkehrsinfrastrukturinvestition ist zwar rechnerisch geringfügig geringer als der bei Bildung und F&E, statistisch sind die Effekte aber nicht zu unterscheiden. Gleichzeitig belasten diese drei alternativen Verwendungen den staatlichen Gesamthaushalt am wenigsten, da sie die höchsten „Selbstfinanzierungswirkungen“

induzieren. Hier bestehen allerdings aufgrund etwas höherer fiskalischer Belastungen im Vergleich zu Investitionen in den Bereichen „Forschung und Entwicklung“ oder „Bildung“ Opportunitätskosten von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen.

Die stärksten Beschäftigungswirkungen werden mit weitem Abstand durch die Senkung der Krankenkassenbeiträge erzielt. Niedrigere Krankenkassenbeiträge entlasten neben den Arbeitnehmern auch die Arbeitgeber (Arbeitgeberbeiträge). Damit werden die Lohnkosten – oder zumindest ihr Anstieg – reduziert. Der Einsatz von Arbeit für die Produktion wird aufgrund eines relativen Preisvorteils gegenüber dem Kapitaleinsatz attraktiver. Der zweithöchste Beschäftigungsgewinn geht von den Verkehrsinfrastrukturinvestitionen aus, wobei er nur etwa ein Drittel gegenüber dem Fall einer Senkung der Krankenkassenbeiträge beträgt.

Eine Erhöhung der monetären Sozialleistungen erbringt im Vergleich weder hohe BIP- oder Beschäftigungseffekte noch ist die budgetäre Belastung vergleichsweise gering. Im Vergleich der restlichen Optionen ist aber keine der Maßnahmen aufgrund ihrer konjunkturellen gesamtwirtschaftlichen Wirkungen eindeutig zu bevorzugen. Da letztlich weder die langfristigen Wachstumseffekte einer Erhöhung der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen noch die bei den Forschungs- und Bildungsausgaben im Rahmen des Modells erfasst werden können – Effekte, die sich erst nach mehr als vier Jahren einstellen, liegen außerhalb des Erfahrungshorizonts des Modells – kann auch keine Handlungsempfehlung für eine wachstumsorientierte Finanzpolitik bezüglich der Effektivität der Alternativen hergeleitet werden. Unsere Simulationsberechnungen sind somit ausschließlich von konjunkturpolitischem Interesse.

Auf Basis unserer Simulationen spricht einiges für eine Finanzpolitik, die im Rahmen der betrachteten Alternativen auf Investitionen auf den Gebieten der Forschung und Entwicklung, der Bildung und der Verkehrsinfrastruktur setzt, wobei letztere mit etwas höheren Haushaltsbelastungen einhergehen. Auf Basis unserer Schätzungen und der Befunde in der Literatur sind auch langfristige Wachstumseffekte in einem Zeitraum nach drei Jahren von öffentlichen Verkehrsinfrastrukturinvestitionen und Bildungsausgaben relativ sicher, die von *öffentlichen* Ausgaben für Forschung und Entwicklung dagegen noch umstritten.

Auch wenn prinzipiell keine Alternative der anderen grundsätzlich vorgezogen werden kann, sollte stets dort am meisten investiert werden, wo *aktuell* die größte Lücke besteht. Denn dort sollten die Grenzerträge einer Investition am höchsten sein und somit die Schwerpunkte einer wachstumsorientierten Ausgabenpolitik gesetzt werden. Da empirische Untersuchungen stets auf Daten der Vergangenheit basieren, wird lediglich ein durchschnittlicher Effekt über den erfassten Zeitraum in der

Vergangenheit geschätzt, der über die aktuelle Situation nicht unbedingt eine verlässliche Information bereitstellen muss.

8.8 Fazit

Die vorliegende Studie ist unseres Wissens nach die erste umfassende Studie zu den Wachstums- und Beschäftigungswirkungen der Verkehrsinfrastruktur, die gesamtdeutsche Daten auswertet. Betrachtet man zusammenfassend unsere Ergebnisse, so muss abschließend somit konstatiert werden, dass die Bandbreite der für Deutschland zu erwartenden durchschnittlichen Wachstums- und Beschäftigungseffekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen zwar immer noch relativ hoch bleibt. Im Vergleich zu der aufgezeigten Bandbreite der bisherigen internationalen Studien konnte aber speziell für Deutschland die bestehende Unsicherheit und die damit einhergehende Bandbreite der möglichen Effekte deutlich reduziert werden. Zu einer Reihe an vertiefenden Fragestellungen wurde aktuelle empirische Evidenz geschaffen. So wird etwa die Bandbreite der sich kurzfristig, mittelfristig und langfristig einstellenden Jahreseffekte und der sich über eine bestimmte Nutzungsdauer einstellende Gesamteffekt einer Investition in die Verkehrsinfrastruktur quantifiziert.

Ob eine bestimmte Investition effizient ist, sprich der Gegenwartswert der zukünftigen Erträge die Investitionskosten zumindest nicht unterschreitet, kann aber ohnehin nicht an den von uns geschätzten durchschnittlichen Effekten in der Vergangenheit festgemacht werden, sondern muss letztlich immer gemäß regionalen und der mit der Investition einhergehenden Besonderheiten (z.B. auch der zu erwartenden Nutzungsdauer) ermessen werden. Abschließend ist auch darauf hinzuweisen, dass die Schaffung neuer Verkehrsinfrastruktur zu negativen Effekten führen könnte, wenn diese auf Kosten der Erhaltungsinvestitionen finanziert wird (Hulten 1996). Die Studie zeigt, dass bei einer Verkehrsinfrastrukturinvestition durch Wachstumseffekte nicht unbedingt ein Vielfaches der Investitionskosten zu erwarten ist. Aber auch die Gegenposition einer nicht vorhandenen Wirksamkeit wird durch die empirischen Ergebnisse nicht gestützt. Insgesamt finden wir weder für eine im Durchschnitt in Deutschland herrschende klare Unter- oder Überversorgung an Verkehrsinfrastruktur eindeutige empirische Evidenz. Die Ergebnisse belegen, dass Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in der Vergangenheit ein effektives Instrument der Wirtschaftspolitik waren.

Literatur

ADAC (2008), Priorisierung der ADAC-Forderungen zum Ausbau des BAB-Netzes. München: ADAC.

Ai, C. und S.P. Cassou (1997), On public capital analysis with state data. *Economics Letters* 57: 209-212.

Alfonso, A. und J. G. Alegre (2008), Economic Growth and Budgetary Components – A Panel Assessment for the EU, EZB Working Paper Nr. 848.

Anderson, T. W. und C. Hsiao (1981), Estimation of Dynamic Models with Error Components, Journal of the American Statistical Association 76: 589-606.

Arellano, M. and S. Bond (1991), Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. The Review of Economic Studies 58: 277-97.

Arellano, M. and O. Bover (1995), Another look at the instrumental variable estimation of error-components models, Journal of Econometrics 68: 29-51.

Aschauer, D. A. (1989), Is Public Expenditure Productive? Journal of Monetary Economics 23: 177-200.

BA – Bundesagentur für Arbeit (2009), Arbeitsmarkt in Zahlen, Entwicklung der Arbeitslosenquote für Deutschland, West- und Ostdeutschland von 1991 bis heute, Arbeitslosigkeit im Zeitverlauf 2008. Nürnberg: Bundesagentur für Arbeit (Stand: April 2009).

Bach, S., M. Goring, F. Stile und U. Voigt (1994), Wechselwirkungen zwischen Infrastrukturausstattung, strukturellem Wandel und Wirtschaftswachstum, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Beiträge zur Strukturforschung 154. Berlin: DIW.

Baffes, J. und A. Shah (1993), Productivity of Public Spending, Sectoral Allocation Choices, and Economic Growth, The World Bank Policy Research Working Papers 1178.

Baltagi, B. H. und P. X. Wu (1999), Unequally Spaced Panel Data Regression with AR(1) Disturbances, Econometric Theory 15, 814-823.

Barabas, G., H. Gebhardt, H. J. Münch, C. M. Schmidt und T. Schmidt (2008), Studie des RWI Essen. In: Gern, K.-J., T. Schmidt und M. Schröder (Hrsg.): Mittelfristige gesamtwirtschaftliche Prognosen. Weinheim: Wiley-VCH Verlag.

Barro, Robert J. und Xavier Sala-i-Martin (1998), Wirtschaftswachstum. München, Wien: R. Oldenbourg Verlag.

Bartholmai, Bernd (1973), Regionale Verkehrsinfrastruktur in der BRD - Investitionen und Anlagevermögen, Beiträge zur Strukturforschung 26. Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.

Bauer, Th. K., M. Fertig und Ch. M. Schmidt (2009), Empirische Wirtschaftsforschung. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Baum, Christopher F. (2006), An Introduction to Modern Econometrics Using Stata. College Station, TX: Stata Press.

Baum, Herbert (2000), Transport Intensity, Decoupling and Economic Growth, Zeitschrift für Verkehrswissenschaft 71: 77-101.

Baum, H. und J. Kurte (1999), Wachstums- und Beschäftigungseffekte des Verkehrs. Deutsches Verkehrsforum, Köln.

Baum, H., H. Peters, V. Schott, W. Schulz, und R. Suthold (2002), Kapazitätssituation der Verkehrsinfrastruktur in Deutschland, Zeitschrift für Verkehrswissenschaft: 1 - 24.

Beck, N. und J. Katz (1995), What to Do (and Not to Do) with Time-Series Cross-Section Data, American Political Science Review 89: 634-647.

Beck, N. und J. Katz (1996), Nuisance vs. Substance: Specifying and Estimating Time-Series Cross-Section Models, Political Analysis 6: 1-36.

Belz, J.U. und S. Rademacher (2009), Wasserstände in Deutschlands Stromgebieten sinken weiter. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Sept. 2009.

Benhabib, J. und M. Spiegel (1994), The roles of human capital in economic development: evidence from aggregate cross-country data, Journal of Monetary Economics 34: 143-173.

Bhatta, S. D. und M. P. Drennan (2003), The Economic Benefits of Public Investment in Transportation: A Review of Recent Literature, Journal of Planning Education and Research 22: 288-296.

Blanchard O. und R. Perotti (2002), An Empirical Characterization of the Dynamic Effects of Changes in Governmental Spending and Taxes on Output, Quarterly Journal of Economics 117(4): 1329-1368.

Blinder, Alan S. (1990), Discussion. In: Alicia H. Munnel (Hrsg.), Is There a Shortfall in Public Capital Investment?, Conference Series Nr. 34. Boston: Federal Reserve Bank of Boston.

Blundell, R. und S. Bond (1998), Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models, Journal of Econometrics 87: 115-43.

BMF – Bundesministerium der Finanzen (2009a), Finanzbericht 2010 – Stand und voraussichtliche Entwicklung der Finanzwirtschaft im gesamtwirtschaftlichen Zusammenhang. Berlin: Bundesministerium der Finanzen (BMF).

BMF – Bundesministerium der Finanzen (2009b), Monatsbericht des BMF – November 2009. Berlin: Bundesministerium der Finanzen (BMF).

BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (1991), Verkehr in Zahlen 1991. DVV Media Group.

BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2008a), Verkehr in Zahlen 2008/2009, Jahrgang 37. Bearbeitet von Sabine Radke.

BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2008b), Verkehrsinvestitionsbericht 2008. Berlin: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2009), Flughafenkonzept der Bundesregierung 2009, Entwurf vom 4. März 2009. Berlin: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Referat S 10.

BMVBW – Bundesministerium für Verkehr, Bau, und Wohnungswesen (2000), Flughafenkonzept der Bundesregierung vom 30.08.2000. Berlin: Bundesministerium für Verkehr, Bau, und Wohnungswesen.

Bom, P. R. und J. E. Lighthart (2008), How Productive is Public Capital? A Meta-Analysis, CESifo Working Paper 2206 und CentER Discussion Paper 2008-10, Universität Tilburg.

Bonnafous, Alain (2008), Financing future growth in infrastructure needs. In: OECD (Hrsg.), Benefiting from globalization, Transport sector contribution and policy challenges, Topic V: International Transport and Domestic Policy: 371-395. Paris: OECD.

Bracher, T., B. Grabow, M. Reidenbach, St. Schneider und A. Seidel-Schulze (2008), Investitionsrückstand und Investitionsbedarf der Kommunen – Ausmaß, Ursachen, Folgen, Strategien, Edition Difu – Stadt Forschung Praxis, Bd. 4. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik.

Breuss, F., S. Kaniovski und T. Url (2007), WIFO-Weißbuch: Modellsimulationen wirtschaftspolitischer Maßnahmen zur Förderung von Wachstum und Beschäftigung, WIFO-Monatsberichte 3/2007: 263-274. [

Brown, M. und A. Forsyth (1992), Robust Test for the Equality of Variances, Journal of the American Statistical Association 69: 1673-1692.

Breusch, T. S. und A. R. Pagan (1979), A Simple Test for Heteroskedasticity and Random Coefficient Variation, Econometrica 47: 1287-1294.

BSWAG (1993), Bundesschienenausbaugesetz v. 15.11.1993, zuletzt geändert am 31.10.2006 (BGBl I 2407).

Cadot, Olivier, Lars-Hendrik Röller und Andreas Stephan (2006), Contribution to productivity or Pork Barrel? The two faces of infrastructure investment, Journal of Public Economics 90(6-7): 1133-1153.

Canning, David und Peter Pedroni (2004), The Effect of Infrastructure on Long Run Economic Growth, Arbeitspapier, Williams College, Economics Department, Williamstown, MA.

Chiang, Alpha C. (1984), Fundamental Methods of Mathematical Economics, 3. Auflage. Singapur: McGraw-Hill.

Cohen, J. P. Und C. J. Morrison Paul (2004), Public Infrastructure Investment: Interstate Spatial Spillovers, and Manufacturing Costs, Review of Economics and Statistics 86: 551-560.

Colombier, C. (2009), Growth effects of fiscal policies: an application of robust modified M-estimator, Applied Economics 41(7): 899-912.

Conrad, K. und Helmut Seitz (1992), The „Public Capital Hypothethis“: The Case of Germany, Recherches Economiques de Louvain 58: 309-327.

Conrad, K. und Helmut Seitz (1994), The Economic Benefits of Public Infrastructure, Applied Economics 26: 303-311.

Czerny, M., K. S. Friesenbichler, D. Kletzan, K. Kratena, W. Puwein und M. Weingärtler (2006), Teilstudie 10: Produktivitätssteigernde Infrastrukturinvestitionen. In: K. Aiginger, G. Tichy und E. Walterskirchen (Hrsg.), WIFO-Weißbuch: Mehr Beschäftigung durch Wachstum auf Basis von Innovation und Qualifikation. Wien: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung.

Demetriades, Panicos O. (2008), Globalisation and Infrastructure Needs. In: OECD (Hrsg.), Benefiting from globalization, Transport sector contribution and policy challenges, Topic IV: Trade and Infrastructure: 249-273. Paris: OECD.

Di Liberto, Francesco Pigliaru, and Roberto Mura (2008), How to measure the unobservable: a panel technique for the analysis of TFP convergence, Oxford Economic Papers 60(2): 343-368.

Downs, Anthony (1962), The law of peak-hour express-way congestion, Traffic Quarterly 16(3): 393-409.

Duggal, V. G., C. Saltzman und L. R. Klein (1999), Infrastructure and Productivity: A Nonlinear Approach, Journal of Econometrics 92: 47-74.

Duranton, Gilles und Matthew A. Turner (2009), The fundamental law of road congestion: evidence from US cities, CEPR Discussion Paper No. 7462. London: Centre for Economic Policy Research (CEPR).

Drukker, D. M. (2003), Testing for serial correlation in linear panel-data models. Stata Journal (3)2: 168-177.

Evans, Paul und Georgios Karras (1994), Are Government Activities Productive? Evidence from a Panel of U.S. States, Review of Economics and Statistics 76(1): 1-11.

Engle, R. F. und C. W. J. Granger (1987), Co-integration and error-correction: Representation, estimation and testing, Econometrica 55, 251–276.

Esser, K. und J. Kurte (2009), Einfluss des Straßenverkehrs auf die Produktivität und die wirtschaftliche Entwicklung einer Volkswirtschaft – Querschnittsanalyse. München: ADAC.

Fernald, J. (1999), Assessing the Link between Public Capital and Productivity, American Economic Review 89: 619-638.

FiFo – Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität Köln (2004), Wachstums- und nachhaltigkeitswirksame öffentliche Ausgaben ("WNA") – Möglichkeiten der konzeptionellen Abgrenzung und qualitativen Erfassung, Forschungsauftrag 12/02 des Bundesministeriums der Finanzen. Köln: Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität Köln (FiFo). (Team: Michael Thöne unter Mitarbeit von Julia Röhl)

FiFo – Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität Köln (2006), Wachstumswirksamkeit von Verkehrsinvestitionen in Deutschland, FiFo-Berichte Nr. 7, Forschungsauftrag 13/04 des Bundesministeriums der Finanzen. (Team: Roman Bertenrath und Michael Thöne, FiFo Köln; Christoph Walter, PTV Planung Transport Verkehr AG, Karlsruhe)

Garcia-Mila, T. und T. J. McGuire (1992), The Contribution of Publicly Provided Inputs to States Economies, Regional Sciences and Urban Economics 22: 229-241.

Gramlich, Edward M. (1994), Infrastructure Investment: A Review Essay, Journal of Economic Literature 32(3): 1176-1196.

Granger, Clive W. J. (1981), Some Properties of Time Series Data and Their Use in Econometric Model Specification, Journal of Econometrics 16(1): 121-130.

Granger, Clive W. J. und P. Newbold (1974), Spurious Regressions in Econometrics, Journal of Econometrics 2(2): 111-120.

Green, William H. (2000), Econometric Analysis, 4. Auflage. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall.

Gühnemann, A. und W. Rothengatter (2000), Neue Bewertungsverfahren in der Verkehrsplanung, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, TA-Datenbank-Nachrichten, Nr. 4, Dezember 2000, S. 64 – 73.

Haller, R. (2005), Beschäftigungseffekte von Verkehrsinfrastruktur-Investitionen. Diplomarbeit an der Technischen Universität Wien.

Hartwig, Karl-Hans und Henrik Armbrecht (2005), Volkswirtschaftliche Effekte unterlassener Infrastrukturinvestitionen, Studie im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Zementindustrie, des Hauptverbandes der Deutschen Bauindustrie und des Verbandes der Automobilindustrie. Düsseldorf: Verlag Bau+Technik (VBT).

Harvey, A. C. (1976), Estimating Regression Models with Multiplicative Heteroscedasticity, Econometrica 44: 461-466.

Hausman, J. (1978), Specification Tests in Econometrics, Econometrica 46: 1251-1271.

HBS (2001), Handbuch für die Bemessung von Straßen. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.

Hofmann, U. (1996), Produktivitätseffekte der öffentlichen Infrastruktur: Meßkonzepte und empirische Befunde für Hamburg. Europäische Hochschulschriften: Reihe 5. Frankfurt am Main: Peter Lang.

Holtz-Eakin, Douglas (1994), Public-Sector Capital and the Productivity Puzzle, Review of Economics and Statistics 76(1): 12-21.

Holtz-Eakin, Douglas und Amy E. Schwartz (1995), Spatial Productivity Spillovers from Public Infrastructure: Evidence from State Highways, International Tax and Public Finance 2: 459-468.

Huber, P. J. (1967), The Behavior of Maximum Likelyhood Estimates under Non-Standard Conditions. In: Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium in Mathematical Statistics and Probability, Vol. 1: 221-233. Berkeley, CA: University of California Press.

Hulten, Charles R. (1996), Infrastructure Capital and Economic Growth: How Well You Use It May Be More Important Than How Much You Have, NBER Working Paper Nr. 5847. Cambridge, Massachusetts: National Bureau of Economic Research (NBER).

IVV-BBW (2004), Engpassuntersuchung für das BAB-Netz / Stufe II (FE-Nr. 26.239/1999). Bericht an das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (unveröffentlicht), Aachen, Bochum.

Jong-A-Pin, R. und J. de Haan (2008), Time-varying impact of public capital on output: new evidence based on VARs for OECD countries. European Investment Bank Papers 13 (1) : 56-81.

Judson, Ruth A. Und Ann L. Owen (1997), Estimating Dynamic Panel Data Models: A Practical Guide for Macroeconomists, Federal Reserve Finance and Economics Discussion Paper Nr. 1997-3. Washington, D.C.: Federal Reserve Bank.

Kaniovski, S., F. Breuss und Th. Url (2006), Teilstudie 22: Modellsimulationen ausgewählter wirtschaftspolitischer Maßnahmen. In: K. Aiginger, G. Tichy und E. Walterskirchen (Hrsg.), WIFO-Weißbuch: Mehr Beschäftigung durch Wachstum auf Basis von Innovation und Qualifikation. Wien: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung.

Kaniovski, S., K. Kratena und M. Marterbauer (2003), Auswirkungen öffentlicher Konjunkturimpulse auf Wachstum und Beschäftigung. Wien: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung.

Kemmerling, Achim und Andreas Stephan (2002), The contribution of local public infrastructure to private productivity and its political economy: Evidence from a panel of large German cities, Public Choice 113(3-4): 403-424.

Kennedy, Peter (2008), A Guide to Econometrics, 6. Auflage. Malden, MA: Blackwell Publishing.

Kiviet, Jan F. (1995), On bias, inconsistency, and efficiency of various estimators in dynamic panel data models, Journal of Econometrics 68: 53-78.

Kmenta, J. und W. Oberhofer (1974), A General Procedure for Obtaining Maximum Likelyhood Estimates in Generalized Regression Models, Econometrica 42(3): 579-592.

Levene, H. (1960), Robust Tests for Equality of Variances. In: I. Olkin (Hrsg.), Contributions to Probability and Statistics: 278-292. Palo Alto, CA: Stanford University Press.

Levin, Andrew, Chien-Fu Lin, and Chia-Shang James Chu (2002), Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite Sample Properties. Journal of Econometrics, 108: 1-24.

Licht, G. und Helmut Seitz (1994), The Impact of the Provision of Public Infrastructure Capital on Regional Economic Development in Germany, Regional Studies 29: 231-240.

Lucas, R. E. (1988), On the mechanics of economic development, Journal Monetary Economics 22(1): 3-42.

Mead, J. E. (1952), External Economies and Diseconomies in a Competitive Situation, Economic Journal 62: 54-67.

Munnell, Alicia H. (1990), Why Has Productivity Growth Declined? Productivity and Public Investment, New England Economic Review, January 1990: 3-22.

Munnell, Alicia H. (1992), Policy Watch. Infrastructure Investment and Economic Growth, Journal of Economic Perspectives 6(4): 189-198.

Munnell, Alicia H. (1993), An Assessment of Trends in and Economic Impacts of Infrastructure Investment. In: OECD (Hrsg.), Infrastructure Policy for the 1990s. Paris: OECD.

Munnell, Alicia H. And Leah M. Cook (1990), How Does Public Infrastructure Affect Regional Economic Performance?, New England Economic Review, September 1990: 11-33.

Nelson, R. und C. Phelps (1966), Investment in humans, technological diffusion, and economic growth, American Economic Review 56(1/2): 69-75.

Nickell, Stephen (1981), Biases in dynamic models with fixed effects, Econometrica 49(6): 1417-1426.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2003), Die Quellen des wirtschaftlichen Wachstums in den OECD-Ländern. Paris: OECD.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2006), Decoupling the Environmental Impacts of Transport from Economic Growth. Paris: OECD.

Parks, R. (1967), Efficient Estimation of a System of Regression Equations When Disturbances

Are Both Serially and Contemporaneously Correlated, Journal of American Statistical Association 62: 500-509.

Pastowski, A. (1997), Decoupling Economic Development and Freight for Reducing its Negative Impacts, Wuppertal Papers No. 79. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.

Pesaran, H. (2003), A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross Section Dependence, Cambridge Working Papers in Economics 0346, Faculty of Economics (DAE), University of Cambridge.

Pesaran, M. H. und R. Smith (1995), Estimating long-run relationships from dynamic heterogeneous panels, Journal of Econometrics 68: 79-113.

Pritchett, Lant (2001), Where has all the education gone? World Bank Economic Review 15(3): 367-391.

Roodman, D. (2006), How to Do xtabond2: An Introduction to "Difference" and "System" GMM in Stata. Working Paper 103. Center for Global Development, Washington.

Romer, David (2001), Advanced Macroeconomics. New York: McGraw-Hill.

Romp, Ward und Jakob de Haan (2007), Public Capital and Economic Growth: A Critical Survey, Perspektiven der Wirtschaftspolitik 8, Sonderheft: 6-52.

Schlag, C.-H. (1997), Die Kausalitätsbeziehung zwischen der öffentlichen Infrastrukturausstattung und dem Wirtschaftswachstum in der Bundesrepublik Deutschland, Konjunkturpolitik 43: 82-106.

Schmalwasser, Oda und Michael Schidlowski (2006), Kapitalstockrechnung in Deutschland, Wirtschaft und Statistik 11/2006. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Schweinberger, Andreas (2004), Ein VAR-Modell für den Zusammenhang zwischen Öffentlichen Ausgaben und Wirtschaftswachstum in Deutschland, Arbeitspapier Nr. 30, Institut für Statistik und Ökonometrie, Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

Seitz, Helmut (1993), A Dual Economic Analysis of the Benefits of the Public Road Network, The Annals of Regional Science 27: 223-239.

Seitz, Helmut (1994), Public Capital and the Demand for Private Inputs, Journal of Public Economics 54: 287-307.

Seitz, Helmut (1995), The Productivity and Supply of Urban Infrastructures, Annals of Regional Sciences 29: 121-141.

Shell (2003), Noch mehr Autos - bis 2020 keine Wachstumsgrenze. Herausgegeben von Shell Austria GmbH. Wien: Shell Austria.

Sianesi, B. und J. van Reenen (2003), The Returns to Education: Macroeconomics, Journal of Economic Surveys 17: 157-200.

Siemers, Lars-H. R. (2005), How to overcome poverty traps by education. Heidelberg: Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. Als Internetveröffentlichung verfügbar unter: http://www.ub.uni-heidelberg.de/archiv/5363.

Sims, Christopher A. (1980), Macroeconomics and Reality, Econometrica 48: 1–49.

Stambrook, David (2006), Key Factors Driving the Future Demand for Surface Transport

Infrastructure and Services. In: OECD (Hrsg.), Infrastructure to 2030, Vol. 1, Telecom, Land Transport, Water and Electricity, Chapter 4: 185-239. Paris: OECD.

StaBu – Statistisches Bundesamt (1995-2008), Fachserie 14, Reihe 3.1, Rechnungsergebnisse des öffentlichen Gesamthaushalts.

StaBu – Statistisches Bundesamt (2003), Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Methoden der Preis- und Volumenmessung. Fachserie 18 Reihe S.24. https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?CSPCHD=00c0000100004e71x9T8000000KyUfMO6pBaV17U2RBAbtDA --&cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1013212. Artikel-Nr. 2189024039004. Abgelesen im August 2009.

StaBu – Statistisches Bundesamt (2008a), Statistisches Jahrbuch 2008 für die Bundesrepublik Deutschland. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

StaBu – Statistisches Bundesamt (2008b), Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Indikatorenbericht 2008. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

StaBu – Statistisches Bundesamt (2009, 1.Quartal), Fachserie 18, Reihe 1.2, VGR des Bundes - Inlandsproduktsber. - Vierteljahresergebnisse.

StaBu – Statistisches Bundesamt (2010), Pressemitteilung Nr. 012 vom 13.01.2010. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. http://www.destatis.de. Abgelesen am 18.01.2010.

Stephan, Andreas (1997), The Impact of Road Infrastructure on Productivity and Growth: Some Preliminary Results for the German Manufacturing Sector, WZB Discussion Paper FS IV 97 – 47. Wissenschaftszentrum für Sozialforschung, Berlin.

Stephan, Andreas (2001), Regional Infrastructure Policy and Its Impact on Productivity: A Comparison of Germany and France, WZB Discussion Paper FS IV 01-02. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin (WZB).

Stephan, Andreas (2003), Assessing the contribution of public capital to private production: evidence from the German manufacturing sector, International Review of Applied Economics 17: 399-418.

Sturm, Jan-Egbert, G. H. Kuper und Jacob de Haan (1998), Modelling Government Investment and Economic Growth on a Macro Level: A Review. In: S. Brakman, H. van Ees und S. K. Kuipers (Hrsg.), Market Behaviour and Macroeconomic Modelling. London: Macmillan Press.

SVR – Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2005), Die Chance nutzen – Reformen mutig voranbringen, Jahresgutachten. Wiesbaden: Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (SVR).

SVR – Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2007), Staatsverschuldung wirksam begrenzen – Expertise im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft und Technologie. Wiesbaden: Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (SVR).

Sylwester, K. (2000), Income inequality, education expenditures, and growth, Journal of Development Economics 63: 379-398.

Tatom, J. A. (1991), Public Capital and Private Sector Performance, Federal Reserve Bank of St. Louis Review 73: 3–15.

Thöne, Michael (2004), Wachstums- und nachhaltigkeitswirksame öffentliche Ausgaben

("WNA"), Monatsbericht März 2004. Berlin: Bundesministerium der Finanzen.

Ulbig, D. (2007), Ermittlung progressiver Abschreibungen nach dem sächsischen Kommunalabgabengesetz. Sächsische Anstalt für kommunale Datenverarbeitung, http://www.sakd.de/206.html?&tx_ttnews[pointer]=1&tx_ttnews[tt_news]=53&tx_ttnews[backPid]=245&cHash=3c1bb825b0, abgerufen am 17.12.2009.

Uzawa, H. (1965), Optimal technical change in an aggregative model of economic growth, International Economic Review 6: 18-31.

van Suntum, Ulrich, Karl-Hans Hartwig, Bernd Holznagel, Wolfgang Ströbele, Henrik Armbrecht, Sebastian Deckers, Nicole Uhde und Andreas Westermeier (2008), Bedeutung der Infrastrukturen im internationalen Standortwettbewerb und ihre Lage in Deutschland, Gutachten im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI).

VGR-L – Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder (2009), http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Arbeitskreis_VGR/ergebnisse.asp. Abgelesen im April und Mai 2009.

Welch, F. (1970), Education in production, Journal of Political Economy 78(1): 35-59.

White, H. (1980), A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity, Econometrica 48: 817-838.

Wissenschaftlicher Beirat (2009), Krise als Chance: Neue Prioritäten in der Verkehrspolitik – Empfehlungen zur Verkehrsinfrastrukturpolitik im Rahmen der weltwirtschaftlichen Krise. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Veröffentlicht in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft 80(2): 77-117.

Wooldridge, Jeffrey M. (2002), Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. Cambridge, MA: MIT Press.

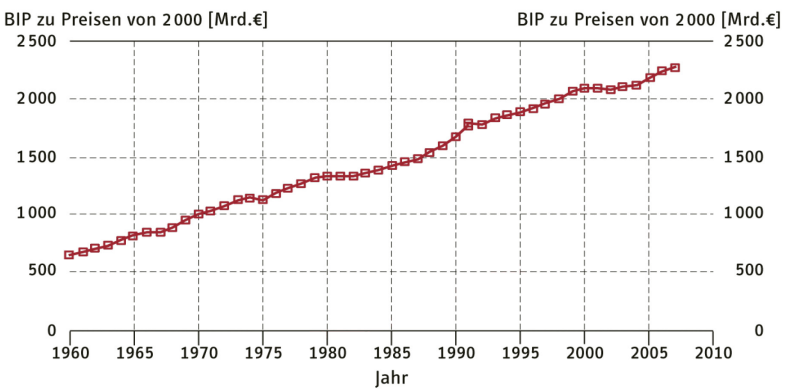
Wooldridge, Jeffrey M. (2003), Introductory Econometrics – A Modern Approach, 2. Auflage. Mason, Ohio: South-Western, Thomson.

Anhang

A. Anhang zu Kapitel 2

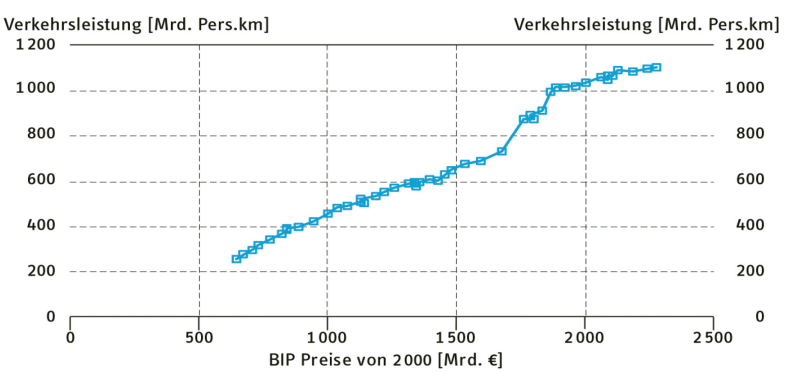
A.1. Dokumentation der verwendeten Daten

Schaubild A.1
Reales Bruttoinlandsprodukt in Mrd. €
1960 bis 2007



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Statistisches Jahrbuch 2008

Schaubild A.2
Zusammenhang von Verkehrsleistung beim Personenverkehr und realem BIP
1960 bis 2007

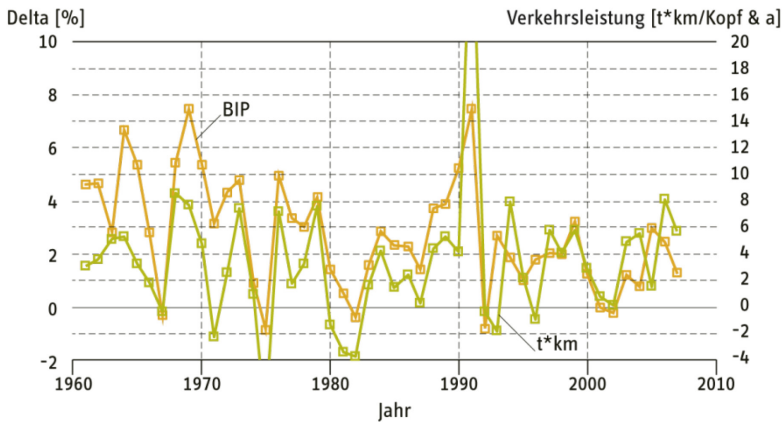


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Statistisches Jahrbuch 2008 und BMVBS (1991, 2008a).

Schaubild A.3

Zusammenhang der Änderung des BIP und der Transportleistung des Güterverkehrs, jeweils bezogen auf das Vorjahr

1960 bis 2007

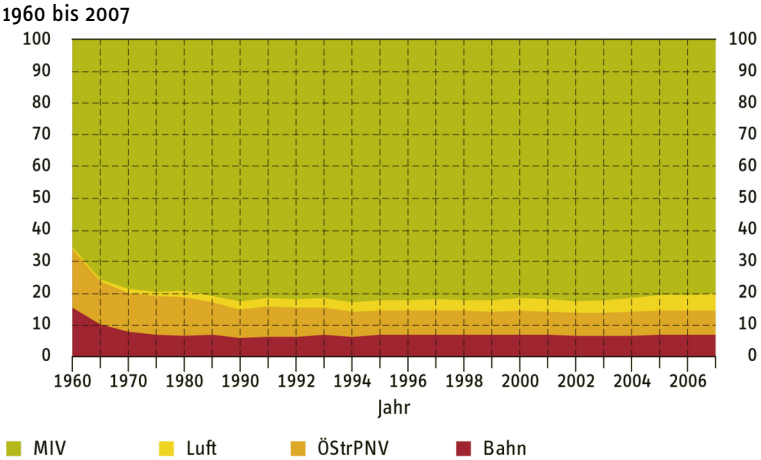


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Statistisches Jahrbuch 2008 und BMVBS (1991, 2008a).

Schaubild A.4

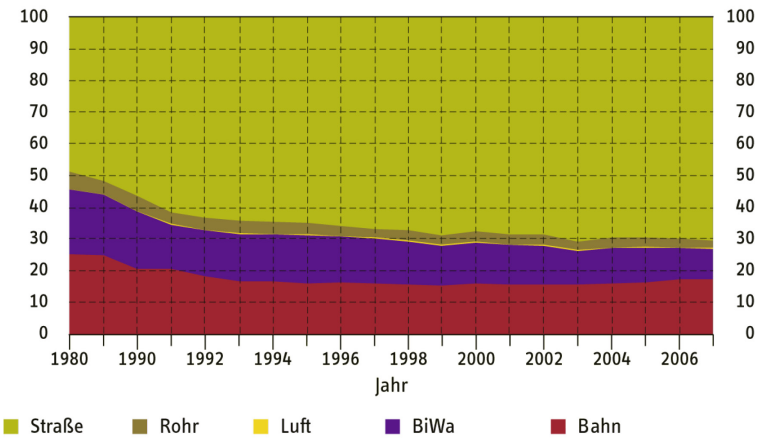
Zeitliche Entwicklung des Modal Split im Personenverkehr der Bundesrepublik

1960 bis 2007



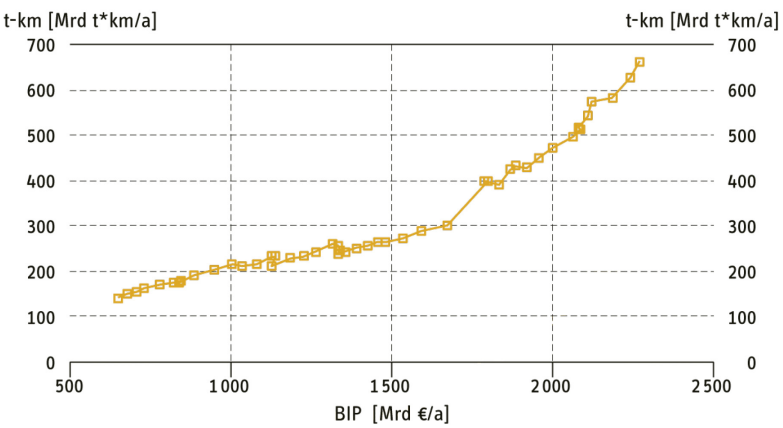
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von BMVBS (2008a). MIV = Motorisierter Individualverkehr.

Schaubild A.5
Zeitliche Entwicklung des Modal Split im Güterverkehr der Bundesrepublik
1980 bis 2007



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von BMVBS (2008a). BiWa = Binnenwasser.

Schaubild A.6
Zusammenhang zwischen BIP und der jährlichen Verkehrsleistung des Güterverkehrs in der Bundesrepublik
1960 bis 2007, jeweils in absoluten Werten



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Statistisches Jahrbuch 2008 und BMVBS (1991, 2008)

B. Anhang zu Kapitel 4

B.1 Gesamtwirtschaftliche Modelle

Hier werden die Variablen Verkehrsinfrastrukturinvestitionen, BIP, private Investitionen und das Arbeitsvolumen in einem Fehlerkorrekturmodell mit zwei Lags und zwei Kointegrationsbeziehungen geschätzt. Alle Variablen werden, wie auch in den folgenden Modellen, logarithmiert genutzt, um unterschiedliche Niveaus zu berücksichtigen. Für alle Daten umfasst der Zeitraum die Jahre 1970 bis 2007.

B.2 Verkehrsträger: Insgesamt versus Straße und Schiene separat

Hier werden anstelle der gesamten Verkehrsinfrastrukturinvestitionen die Verkehrsträger Straße und Eisenbahn näher untersucht. Dafür werden diese beiden Variablen jeweils mit dem BIP, den privaten Investitionen und dem Arbeitsvolumen geschätzt. Während das Model, das den Zusammenhang zwischen Investitionen in das Straßennetz und den übrigen Investitionen untersucht, zwei Kointegrationsbeziehungen und zwei Lags hat, beinhaltet das Modell, welches die Auswirkungen von Investitionen in das Schienennetz betrachtet, eine Kointegrationsbeziehungen und ein Lag.

B.3 Wirtschaftsbereiche

Nachdem das BIP als Indikator für die Wirtschaftsleistung herangezogen wurde, werden in einem nächsten Schritt einzelne Wertschöpfungsbereiche untersucht. So werden sowohl die Wertschöpfung des Produzierenden Gewerbes als auch des Dienstleistungssektors anstelle des BIP eingesetzt. Unter Berücksichtigung des Produzierenden Gewerbes ergibt sich ein Fehlerkorrekturmodell mit einer Kointegrationsbeziehung und zwei Lags. Das Modell unter Berücksichtigung des Produzierenden Gewerbes beinhaltet zwei Lags und Kointegrationsbeziehungen. Dagegen sind es beim Handel eine Kointegrationsbeziehung und ein Lag.

C. Anhang zu Kapitel 5

C.1 Die Bestimmung der bundeslandspezifischen Verkehrsinfrastruktur

Zwar weist die VGR der Länder die 16 länderspezifischen Kapitalstöcke aus, aber nicht den Kapitalstock, den die Verkehrsinfrastruktur ausmacht. Hierzu liegen weder in „Verkehr in Zahlen" (ViZ) noch in anderen Quellen Daten vor, so dass diese berechnet werden mussten. Verkehr in Zahlen (BMVBS 2008a) weist nur die Brutto- und Nettokapitalstöcke in Deutschland insgesamt aus. Die Verkehrsinfrastruktur der einzelnen Länder lassen sich aber über die übliche Bewegungsgleichung des Kapitalstocks anhand der jeweiligen länderspezifischen Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur unter Beachtung der spezifischen „Abreibungsrate" berechnen. Der Kapitalstock eines Jahres ergibt sich demnach folgendermaßen:

$$K_{it} = \left(1 - \delta_t\right) K_{it-1} + I_{it} \tag{6}$$

D.h., der Kapitalstock in einem Jahr *t* ist der um die Abgänge in diesem Jahr reduzierte Kapitalstock des letzten Jahres, $\left(1 - \delta_t\right) K_{it-1}$, plus die neu hinzugekommenen Investitionen des Jahres, I_{it}. Dabei ist δ_t die jahresspezifische Rate der Abgänge.

Für eine Berechnung der jeweiligen Infrastrukturstöcke benötigt man den Anfangskapitalstock an Verkehrsinfrastruktur im Jahr 1992. Dafür lagen uns keine Daten vor, so dass wir diese schätzen mussten.[42] Hierfür haben wir den in ViZ für das Jahr 1992 ausgewiesene Infrastrukturvermögen Deutschlands insgesamt anteilig auf die Bundesländer verteilt. Als Anteil haben wir den bundeslandspezifischen Anteil an den Straßenkilometern in Deutschland verwendet, der für das Jahr 1994 ausgewiesen wird (Tabelle C.1). Da die Bundesländer vor allem in das Straßennetz investieren, macht der Teil der Verkehrsinfrastruktur der Länder, der Straßen abbildet, den größten Teil aus. Auch insgesamt ist die Infrastruktur, die die Straßen ausmachen, mit Abstand der größte Posten der Verkehrsinfrastruktur. Den Anteil der Bundesländer an Straßenkilometern des deutschen Straßennetzes als Aufteilungsschlüssel für die Verkehrsinfrastruktur als Ganzes zu verwenden, erscheint daher plausibel.

[42] *Eine ganz ähnliche Methode wurde auch von Stephan (2001) angewendet. Stephan hat die Straßeninfrastruktur für die alten elf Länder von 1970 bis 1995 berechnet. Er konnte auf Verkehrskapitalstock-Berechnungen für 1970 von Bartholmai (1973) zurückgreifen. Für die neuen Länder liegen hier natürlich keine Daten vor.*

Tabelle C.1
Länge der Straßen des überörtlichen Verkehrs
1994 und 1997; in 1 000km

Bundesland	1994	Anteil	1997	Anteil
Baden-Württemberg	27,451	0,1201	27,47	0,1202
Bayern	41,59	0,1819	41,67	0,1823
Berlin	0,249	0,0011	0,25	0,0011
Brandenburg	12,656	0,0554	12,51	0,0547
Bremen	0,11	0,0005	0,11	0,0005
Hamburg	0,23	0,0010	0,23	0,0010
Hessen	16,365	0,0716	16,31	0,0713
Mecklenburg-Vorpommern	9,712	0,0425	9,73	0,0426
Niedersachsen	28,235	0,1235	28,25	0,1236
Nordrhein-Westfalen	29,858	0,1306	29,68	0,1298
Rheinland-Pfalz	18,397	0,0805	18,41	0,0805
Saarland	2,036	0,0089	2,03	0,0089
Sachsen	13,696	0,0599	13,57	0,0594
Sachsen-Anhalt	10,308	0,0451	10,69	0,0468
Schleswig-Holstein	9,881	0,0432	9,88	0,0432
Thüringen	7,829	0,0342	10,28	0,0450
Deutschland	228,603	1,0000	231,07	1,0108

Quelle: BMVBS (2000, 2008), S. 112 bzw. S. 102.

Zunächst ist aber zu beachten, dass der in ViZ ausgewiesene Wert der Infrastruktur in Preisen von 2000, K_{it}^{V}, sich aus Kapital in privater Hand, K_{it}^{pr}, und in öffentlicher Hand, $K_{it}^{\ddot{o}}$, zusammensetzt. Bei den öffentlichen Kapitalstöcken ist des Weiteren zu beachten, dass diese zum Teil aus Investitionen des Bundes gebildet wurden. Hat man also den Verkehrskapitalstock der einzelnen Länder im Jahr 1992, so entwickelt sich dieser nicht nur aufgrund der Investitionen des Landes und deren Kommunen weiter, sondern auch durch Investitionen des Bundes und der privaten Investoren. Für unsere Bestimmung der Kapitalstockentwicklung gilt somit:

$$K_{it}^{V} = \left(1-\delta_t\right)K_{it-1}^{V} + I_{it}^{LK} + I_{it}^{B} + I_{it}^{\mathrm{Pr}} \tag{7}$$

wobei I_{it}^{LK} die Sachinvestitionen des Landes i und deren Kommunen sind, I_{it}^{B} die Investitionen des Bundes in Land i und I_{it}^{Pr} die Investitionen privater Seite in Land i. In der Summe über alle Länder muss sich eine Investitionssumme bilden, die genau den für Deutschland ausgewiesenen Investitionen in ViZ entsprechen. Die Differenz aus der Summe aller Sachinvestitionen der Länder und Kommunen und dem für das

entsprechende Jahr ausgewiesenen Investitionsvolumen für ganz Deutschland in ViZ entspricht somit (abgesehen von den Abweichungen zwischen Finanzstatistik und VGR) der Summe der Investitionen des Bundes und der Privaten. Diese können wieder über die Anteile am Straßennetz auf die Bundesländer aufgeteilt werden, um die gesamten Investitionen in einem Bundesland zu schätzen. Diese landesspezifische Investitionsgröße wird dann zur Berechnung des Kapitalstocks eines Bundeslandes in einem Jahr genutzt.

Letztlich müssen wir hierfür noch die „Abschreibungsrate" bestimmen. Die Rate der Abgänge wird aus den ViZ-Daten zum Bruttoanlagevermögen der Verkehrsinfrastruktur für Deutschland berechnet (BMVBS 2008a: 34-35), indem in Gleichung (6) einfach die bekannten Werte für alle Variablen eingesetzt werden und nach δ_t aufgelöst wird.

Abschließend ist noch darauf hinzuweisen, dass der Kapitaleinsatz einer Volkswirtschaft üblicherweise nicht mit dem Nettoanlagevermögen, sondern mit dem Bruttoanlagevermögen gemessen wird, da man davon ausgeht, dass „Anlagegüter bis zum endgültigen Ausscheiden aus dem Produktionsprozess mit ihrem vollen Wert ... ohne Berücksichtigung der Wertminderung im Anlagevermögen" verbleiben (Schmalwasser und Schidlowski 2006: 1110). Bei der Verkehrsinfrastruktur könnte aber aufgrund der tatsächlichen Minderung der Leistungserbringung über die Zeit alternativ auch das Nettoanlagevermögen verwendet werden (vgl. Stephan 1997). Da der Kapitalstock der Länder aber gemäß Bruttoprinzip berechnet wird, würde die Differenz zwischen Brutto- und Nettoanlagevermögen der Verkehrsinfrastruktur fälschlicherweise dem Restkapitalstock zugeschrieben und muss um diesen Betrag korrigiert werden.

Auch wenn die Bestimmung des Anfangskapitalstocks der Länder grob erscheinen mag, so sind später in den Schätzungen vor allem die Veränderung der Bestände relevant. Diese basieren auf den bekannten länderspezifischen Investitionen und Abgangsraten.

D. Anhang zu Kapitel 6

Tabelle D.1
Makroökonomische Wirkungen der Bauinvestitionen
Abweichungen von der Basislösung, in Mrd. € [1]

	A Kurzfristeffekte			B Mittelfristeffekte			C Insgesamt		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
	Jahr			Jahr			Jahr		
Primäre Impulse[2]	nominal 0,5 Mrd. €/Quartal, dauerhaft								
Ergebnisse									
Arbeitsmarkt									
Erwerbstätige, in 1000	16	18	13		0	1	16	19	14
Verwendung, real[3]									
Private Konsumausgaben	0,6	0,8	0,8				0,6	0,8	0,8
Konsumausgaben des Staates		0,2	0,2					0,2	0,2
Bruttoanlageinvestitionen	2,2	2,1	2,1				2,2	2,1	2,1
Ausrüstungen	0,2	0,3	0,3				0,2	0,3	0,3
Bauten	1,7	1,6	1,6				1,7	1,6	1,6
Sonstige Anlagen			0,1						0,1
Vorratsveränderung[4]									
Außenbeitrag[4]									
Exporte	-0,4	-0,8	-0,8		0,1	0,2	-0,4	-0,7	-0,6
Importe	0,4	0,8	0,8		0,1	0,1	0,4	0,8	0,9
Bruttoinlandsprodukt (BIP)	2,1	1,8	1,7		0,1	0,1	2,1	1,9	1,8
BIP, Veränderungsratendifferenz, in Prozentpunkten	0,1						0,1		
Preise, in Indexpunkten									
Private Konsumausgaben									
Öffentliche Bauten	0,2	0,6	0,7				0,2	0,6	0,7
BIP									
Verwendung, nominal									
BIP	2,5	2,6	2,7				2,5	2,6	2,8
Verteilung									
Unternehmens-/Vermögenseinkommen	1,2	0,7	0,7				1,2	0,7	0,7
Volkseinkommen	2,1	2,1	2,2				2,1	2,1	2,2
Tariflohnniveau, in Indexpunkten		0,1	0,1					0,1	0,1
Bruttolöhne und -gehälter	0,7	1,2	1,3				0,7	1,2	1,3
Nettolöhne und -gehälter	0,4	0,7	0,7				0,4	0,7	0,7
Verfügbares Einkommen	0,7	1,2	1,3				0,7	1,2	1,3
Nettoeinkommen aus Unternehmen/Vermögen	1,2	0,5	0,6				1,2	0,6	0,7
Staat									
Einnahmen	0,9	1,5	1,5				0,9	1,5	1,5
Ausgaben	2,1	2,5	2,8				2,1	2,5	2,8
Finanzierungssaldo	-1,1	-1,0	-1,3				-1,1	-1,0	-1,3
Defizitquote, in % des BIP									

Eigene Berechnungen. Leere Zellen stehen für 0,0 Werte. Zu den Maßnahmen vgl. Text. – [1]Soweit nicht anders angegeben. – [2] Haushaltsbelastungen ohne makroökonomische Rückwirkungen. – [3]Verkettete Volumenangaben (Referenzjahr 2000). –[4]Wachstumsbeiträge, Differenz zur Basislösung, in Prozentpunkten.

Tabelle D.2
Makroökonomische Wirkungen der Verkehrsinvestitionen
Abweichungen von der Basislösung, in Mrd. € [1]

	A Kurzfristeffekte			B Mittelfristeffekte			C Insgesamt		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
	Jahr			Jahr			Jahr		
Primäre Impulse[2]	nominal 0,5 Mrd. €/Quartal, dauerhaft								
Ergebnisse									
Arbeitsmarkt									
Erwerbstätige, in 1000	5	10	9		0	1	5	10	10
Verwendung, real[3]									
Private Konsumausgaben	0,6	0,9	0,8				0,6	0,9	0,9
Konsumausgaben des Staates		0,2	0,2					0,2	0,2
Bruttoanlageinvestitionen	2,2	2,1	2,1				2,2	2,1	2,1
Ausrüstungen	0,2	0,3	0,3				0,2	0,3	0,3
Bauten	1,7	1,6	1,6				1,7	1,6	1,6
Sonstige Anlagen			0,1						0,1
Vorratsveränderung[4]									
Außenbeitrag[4]									
Exporte	-0,4	-0,8	-0,8		0,1	0,2	-0,4	-0,7	-0,6
Importe	0,4	0,8	0,8		0,1	0,1	0,4	0,8	0,9
Bruttoinlandsprodukt (BIP)	2,1	1,8	1,7		0,1	0,1	2,1	1,9	1,8
BIP, Veränderungsratendifferenz, in Prozentpunkten	0,1						0,1		
Preise, in Indexpunkten									
Private Konsumausgaben									
Öffentliche Bauten	0,2	0,6	0,7				0,2	0,6	0,7
BIP									
Verwendung, nominal									
BIP	2,5	2,6	2,7				2,5	2,6	2,7
Verteilung									
Unternehmens-/Vermögenseinkommen	1,6	1,0	0,9				1,6	1,0	1,0
Volkseinkommen	2,0	2,1	2,1				2,0	2,1	2,2
Tariflohnniveau, in Indexpunkten			0,1						0,1
Bruttolöhne und -gehälter	0,4	0,9	1,0				0,4	0,9	1,0
Nettolöhne und -gehälter	0,2	0,5	0,5				0,2	0,5	0,5
Verfügbares Einkommen	0,7	1,1	1,3				0,7	1,1	1,3
Nettoeinkommen aus Unternehmen/Vermögen	1,6	0,8	0,8				1,6	0,9	0,8
Staat									
Einnahmen	0,7	1,3	1,4				0,7	1,3	1,4
Ausgaben	2,1	2,5	2,8				2,1	2,5	2,7
Finanzierungssaldo	-1,4	-1,2	-1,4				-1,4	-1,2	-1,4
Defizitquote, in % des BIP	0,1		0,1				0,1		0,1

Eigene Berechnungen. Leere Zellen stehen für 0,0 Werte. Zu den Maßnahmen vgl. Text. – [1]Soweit nicht anders angegeben. – [2] Haushaltsbelastungen ohne makroökonomische Rückwirkungen. – [3]Verkettete Volumenangaben (Referenzjahr 2000). –[4]Wachstumsbeiträge, Differenz zur Basislösung, in Prozentpunkten.

Tabelle D.3

Makroökonomische Effekte einer temporären Erhöhung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen

Abweichungen von der Basislösung, in Mrd. € [1]

	A Kurzfristeffekte			B Mittelfristeffekte			C Insgesamt		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
	Jahr			Jahr			Jahr		
Primäre Impulse[2]	nominal 0,5 Mrd. €/Quartal, lediglich im ersten Jahr								
Ergebnisse									
Arbeitsmarkt									
Erwerbstätige, in 1000	5	5	-3		0	1	5	5	-2
Verwendung, real[3]									
Private Konsumausgaben	0,6	0,3					0,6	0,3	
Konsumausgaben des Staates		0,2						0,2	
Bruttoanlageinvestitionen	2,2						2,2		
Ausrüstungen	0,2	0,1					0,2	0,1	
Bauten	1,7	-0,1					1,7	-0,1	
Sonstige Anlagen									
Vorratsveränderung[4]									
Außenbeitrag[4]									
Exporte	-0,4	-0,3			0,1	0,2	-0,4		
Importe	0,4	0,4	0,1		0,1	0,1	0,4		
Bruttoinlandsprodukt (BIP)	2,1	-0,2	-0,1		0,1	0,1	2,1		
BIP, Veränderungsratendifferenz, in Prozentpunkten	0,1	-0,1					0,1	-0,1	
Preise, in Indexpunkten									
Private Konsumausgaben									
Öffentliche Bauten	0,2	0,4	0,1				0,2	0,4	0,1
BIP									
Verwendung, nominal									
BIP	2,5	0,1	0,1				2,5	0,1	0,1
Verteilung									
Unternehmens-/Vermögenseinkommen	1,6	-0,5					1,6	-0,5	
Volkseinkommen	2,0		0,1				2,0	0,1	0,1
Tariflohnniveau, in Indexpunkten									
Bruttolöhne und -gehälter	0,4	0,5	0,1				0,4	0,5	0,1
Nettolöhne und -gehälter	0,2	0,3	0,1				0,2	0,3	0,1
Verfügbares Einkommen	0,7	0,5	0,2				0,7	0,5	0,2
Nettoeinkommen aus Unternehmen/Vermögen	1,6	-0,7					1,6	-0,7	
Staat									
Einnahmen	0,7	0,6					0,7	0,6	
Ausgaben	2,1	0,4	0,3				2,1	0,4	0,3
Finanzierungssaldo	-1,4	0,2	-0,2				-1,4	0,2	-0,2
Defizitquote, in % des BIP	0,1						0,1		

Eigene Berechnungen. Leere Zellen stehen für 0,0 Werte. Zu den Maßnahmen vgl. Text. – [1]Soweit nicht anders angegeben. – [2] Haushaltsbelastungen ohne makroökonomische Rückwirkungen. – [3]Verkettete Volumenangaben (Referenzjahr 2000). –[4]Wachstumsbeiträge, Differenz zur Basislösung, in Prozentpunkten.

Tabelle D.4
Wachstums- und Beschäftigungseffekte alternativer Verwendungen
Abweichungen von der Basislösung, in Mrd. € [1]

	Erhöhung der Sozialleistungen			Senkung der Krankenkassenbeiträge			Erhöhung der Forschungsausgaben		
	1.	2. Jahr	3.	1.	2. Jahr	3.	1.	2. Jahr	3.
Primäre Impulse[2]	nominal 0,5 Mrd. €/Q, dauerhaft								
Ergebnisse									
Arbeitsmarkt									
Erwerbstätige, in 1 000	9	9	5	24	30	26	5	6	4
Verwendung, real[3]									
Private Konsumausgaben	1,6	1,6	1,5	2,1	2,5	2,4	0,8	0,9	0,8
Konsumausgaben des Staates		0,1	0,1		0,1	0,1	1,1	1,2	1,2
Bruttoanlageinvestitionen	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	1,0	1,0	1,1
Ausrüstungen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6
Bauten	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4
Sonstige Anlagen									0,1
Vorratsveränderung[4]									
Außenbeitrag[4]									
Exporte	-0,2	-0,4	-0,4	-0,2	-0,3	-0,4	-0,2	-0,4	-0,4
Importe	0,5	0,9	0,8	0,6	1,4	1,4	0,6	1,0	1,0
Bruttoinlandsprodukt (BIP)	1,2	0,8	0,7	1,6	1,5	1,3	2,2	1,9	1,9
BIP, Veränderungsratendifferenz, in Prozentpunkten	0,1			0,1			0,1		
Preise, in Indexpunkten									
Private Konsumausgaben									
Öffentliche Bauten								0,1	0,1
BIP									
Verwendung, nominal									
BIP	1,4	1,2	1,1	1,8	1,9	1,9	2,6	2,6	2,7
Verteilung									
Unternehmens-/Vermögenseinkommen	0,6	0,1	0,1	1,5	0,8	0,6	0,8	0,5	0,5
Volkseinkommen	1,1	0,9	0,8	1,4	1,4	1,4	2,4	2,3	2,4
Tariflohnniveau, in Indexpunkten					0,1	0,1			
Bruttolöhne und -gehälter	0,4	0,6	0,6	0,9	1,5	1,7	1,3	1,5	1,6
Nettolöhne und -gehälter	0,2	0,3	0,3	1,5	1,9	2,0	0,6	0,8	0,8
Verfügbares Einkommen	2,0	2,2	2,2	2,5	3,1	3,3	1,1	1,4	1,5
Nettoeinkommen aus Unternehmen/Vermögen	0,6	0,1	0,1	1,5	0,6	0,5	0,8	0,4	0,4
Staat									
Einnahmen	0,6	0,8	0,7	-1,5	-0,9	-0,9	1,2	1,5	1,5
Ausgaben	2,0	2,3	2,5		0,4	0,7	2,3	2,6	2,8
Finanzierungssaldo	-1,5	-1,6	-1,8	-1,5	-1,3	-1,6	-1,0	-1,1	-1,3
Defizitquote, in % des BIP	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1			

Eigene Berechnungen. Leere Zellen stehen für 0,0 Werte. Zu den Maßnahmen vgl. Text. – [1]Soweit nicht anders angegeben. – [2]Haushaltsbelastungen ohne makroökonomische Rückwirkungen. – [3]Verkettete Volumenangaben (Referenzjahr 2000). – [4]Wachstumsbeiträge, Differenz zur Basislösung, in Prozentpunkten.