

Fördert ein leistungsfähiges Verkehrssystem die wirtschaftliche Entwicklung? Ein Überblick

VON FLORIAN ALLROGGEN, MÜNSTER

1. Einführung

Verkehr dient der Raumüberwindung und ist daher eine Voraussetzung für die Entstehung arbeitsteiliger Volkswirtschaften. Ein leistungsfähiges Verkehrssystem könnte daher über die Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte seines Baus und Betriebs hinaus eine Wachstumsdeterminante sein. Diese These wurde bereits aus verschiedenen Blickwinkeln analysiert. So liegen Studien vor, in denen der Einfluss des Verkehrssystems auf Handels- und Kapitalströme sowie auf das Standortwahlverhalten von Unternehmen identifiziert wird. Auch sind bereits mögliche Wachstums- und Beschäftigungseffekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen, von Verkehrsangeboten und von Staus untersucht worden.

In diesem Beitrag sollen die vorliegenden empirischen Analysen zum Einfluss des Verkehrssystems auf eine Volkswirtschaft vorgestellt und systematisiert werden. Dazu wird zunächst die potentielle Kausalkette zwischen Verkehr und wirtschaftlicher Aktivität beschrieben, sodass sich die Effekte von Infrastrukturmaßnahmen, Transportangebotsmaßnahmen und Staus in einem gemeinsamen theoretischen Modell analysieren lassen (*Kapitel 2*). Anschließend werden vorliegende empirische Analysen der volkswirtschaftlichen Impulse von Verkehrsinfrastruktur im Allgemeinen sowie von Straßenverkehr, Luftverkehr, Schienenverkehr und Schifffahrt im Speziellen vorgestellt. Dabei zeigt sich, dass die verkehrsträgerspezifischen Analysen verschiedenartig gestaltet sind. Diese Unterschiede werden mithilfe der spezifischen Eigenschaften der Verkehrsträger in *Kapitel 3* erklärt. Die Untersuchung schließt mit einem Fazit (*Kapitel 4*).

2. Die Kausalkette

Der Bau und Betrieb von Verkehrssystemen verursacht *Nachfrageeffekte*. Sie umfassen die Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte, die im Verkehrssektor und in seiner Wert-

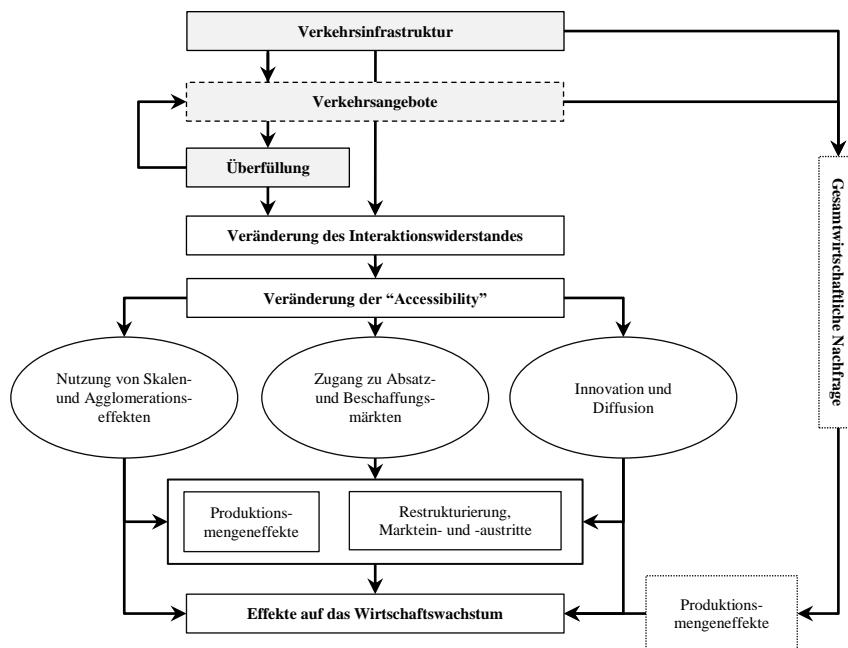
Anschrift des Verfassers:

Florian Allroggen
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Institut für Verkehrswissenschaft
Am Stadtgraben 9
48143 Münster
e-mail: florian.allroggen@wiwi.uni-muenster.de

schöpfungskette einmalig (z. B. beim Straßenbau) oder über längere Zeiträume (z. B. beim regelmäßigen Flugbetrieb) entstehen (Rietveld, 1994). Im Folgenden werden diese Nachfrageeffekte nicht weiter betrachtet. Sie entstehen schließlich durch nahezu jede Produktionsaktivität und erfassen die spezifische Vorleistungsfunktion des Verkehrssektors nicht.

Ferner sinken durch den Aufbau eines leistungsfähigen Verkehrssystems die Interaktionskosten zwischen räumlich getrennten Wirtschaftssubjekten, sodass zusätzliche Interaktionspotentiale entstehen (Lakshmanan, 2011; Rietveld, 1994). Ein Verkehrssystem ermöglicht folglich Interaktion und erfüllt somit eine wirtschaftliche Vorleistungsfunktion. Verbesserungen des Verkehrssystems können daher die ökonomische Entwicklung fördern (Gulyani, 2001; Knowles, 2006; Lakshmanan, 2011). Diese Impulse werden als *Angebotseffekte* bezeichnet. Gemeinsam mit den Nachfrageeffekten werden sie in *Abbildung 1* skizziert und im Folgenden bei gegebener Transporttechnologie² beschrieben.

Abbildung 1: Die Kausalkette zwischen Verkehr und Wirtschaftswachstum



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Lakshmanan (2011).

² Technologische Innovationen (z. B. die Fahrzeugentwicklung) werden ausgeklammert, da sie zwar gefördert, nicht aber herbeigeführt werden können. Der Bau von Infrastruktur oder die Schaffung zusätzlicher Verkehrsangebote befinden sich hingegen innerhalb der Technologiemenge.

2.1 Das Interaktionspotentialmodell

Gemäß *Abbildung 1* werden die Angebotseffekte eines Verkehrssystems dadurch ausgelöst, dass es die Widerstände für die Interaktion zwischen ökonomisch handelnden Akteuren verringert und Interaktionsmöglichkeiten schafft. Die verkehrsinduzierten Kosten von Interaktion weisen schließlich eine signifikante Höhe auf. So schätzen *Glaeser und Kohlhase* (2004), dass in den USA Transportkosten in Höhe von rund 6 % des Bruttoinlandsprodukts anfallen. Gemäß *Anderson und van Wincoop* (2004) sind die Transportkosten (inklusive Zeitkosten) im Außenhandel der USA sogar äquivalent zu einer ad-valorem Steuer in Höhe von etwa 21 %. Die Transportkosten³ zwischen zwei Regionen i und j beeinflussen folglich die Interaktionskosten, τ_{ij} , in signifikantem Umfang. Daher werden die Interaktionskosten als Funktion der Transportkosten, t_{ij} , und weiterer Interaktionswiderstände, Γ_{ij} , modelliert:

$$\tau_{ij} = \tau_{ij}(t_{ij}, \Gamma_{ij}). \quad (1)$$

Da steigende Transportkosten zu steigenden Interaktionskosten führen, sei $\frac{\partial \tau_{ij}}{\partial t_{ij}} > 0 \forall i, j$.

Transportkosten entstehen durch Transportvorgänge. Diese können die Interagierenden zum **selbst produzieren**⁴. In diesem Fall wählen die Interagierenden die Eigenschaften der Transportvorgänge gemäß ihrem Optimierungskalkül. Charakteristika des Verkehrssystems beschränken jedoch die Möglichkeiten zur Gestaltung des Transportvorgangs. Sie sind folglich als unmittelbare Determinanten der Transportkosten zu erfassen:

- Verkehrsinfrastruktur stellt eine physische Verbindung zwischen Regionen her oder dient als Zugangspunkt zum Verkehrssystem. Sie ist daher eine notwendige Bedingung für die Selbstproduktion von Verkehrsangeboten, sodass die Transportkosten unter anderem eine Funktion der Verkehrsinfrastruktur sind. Die Verkehrsinfrastruktur in allen N Region sei im Vektor $\mathbf{TI} = (TI_1, \dots, TI_N)$ dargestellt. Aufgrund der Verbindungswirkung von Verkehrsinfrastruktur sei $\frac{\partial t_{ij}}{\partial TI_K} \leq 0 \forall K \in [1; N]$.
- Verkehrsinfrastrukturüberlastung beeinflusst den Verkehrsfluss. Mit steigender Überlastung nehmen daher die Transportkosten aufgrund höherer Betriebs-, Zeit- und Unsicherheitskosten (*Stopher, 2004; Sweet, 2011*) zu. Daher wird der Überlastungsgrad der Verkehrsinfrastruktur, C_{ij} , als Determinante der Transportkosten erfasst. Es sei $\frac{\partial t_{ij}}{\partial C_{ij}} > 0 \forall i, j \in [1; N]$.
- Weitere Determinanten der Transportkosten zwischen den Regionen i und j werden im Vektor \mathbf{T}_{ij} abgebildet. Darunter fallen z. B. die Verfügbarkeit von Fahr-

³ Transportkosten enthalten im Folgenden Zeitkosten.

⁴ Die exklusive Beauftragung Dritter durch Interagierende wird unter die Selbstproduktion subsummiert.

zeugen oder die Regulierung der Selbstproduktion durch die Vergabe von Konzessionen.

Für den Umfang der selbst erstellten Transportleistungen, TD_{ij} , gilt folglich:

$$TD_{ij} = TD_{ij}(\mathbf{TI}, C_{ij}, \mathbf{T}_{ij}, \mathbf{\Omega}), \quad (2)$$

wobei $\mathbf{\Omega}$ weitere Determinanten des Umfangs der selbst produzierten Verkehrsleistungen abbilde.

Transportvorgänge können auch mithilfe von **Verkehrsangeboten** durchgeführt werden, die Dritte für die Interagierenden bereitstellen. Diese Transportangebote, TS_{ij} , folgen Fahr- bzw. Flugplänen, sodass die Interagierenden ihre Charakteristika nicht vollständig kontrollieren. Folglich sind die Eigenschaften dieser Verkehrsangebote als unmittelbare Determinanten der Transportkosten zu erfassen. Weil durch bessere Verkehrsangebote die Transportkosten auf einer Relation sinken, sei $\frac{\partial t_{ij}}{\partial TS_{ij}} < 0 \forall i, j \in [1; N]$. Zudem werden die Transportangebote Dritter vom Verkehrssystem beeinflusst:

- Dritte benötigen zur Bereitstellung von Verkehrsangeboten Verkehrsinfrastruktur. Die Verkehrsinfrastruktur ist daher eine Determinante der Verkehrsangebote.
- Aufgrund steigender Betriebs-, Zeit- und Unsicherheitskosten (Stopher, 2004; Sweet, 2011) beschränkt Verkehrsinfrastrukturüberlastung auch die Produktion von Verkehrsleistungen durch Dritte. Daher wird der Grad der Verkehrsinfrastrukturüberlastung ebenfalls als Einflussfaktor auf die Verkehrsangebote erfasst.
- Weitere Determinanten der Transportangebote zwischen den Regionen i und j , etwa die Regulierung des Produktionsprozesses, seien im Vektor \mathbf{Z}_{ij} abgebildet.

Für die Transportangebote, die Dritte den Interagierenden bereitstellen, gilt somit:

$$TS_{ij} = TS_{ij}(\mathbf{TI}, C_{ij}, \mathbf{Z}_{ij}). \quad (3)$$

Solange Dritte durch verbesserte Verkehrsinfrastruktur in einer Region K zusätzliche Verkehrsangebote schaffen, ist $\frac{\partial TS_{ij}}{\partial TI_K} > 0$. Werden hingegen Verkehrsangebote verlagert, ist $\frac{\partial TS_{ij}}{\partial TI_K} < 0$. Weil Verkehrsinfrastrukturüberlastung die Produktion von Verkehrsleistungen durch Dritte einschränkt, sei $\frac{\partial TS_{ij}}{\partial C_{ij}} < 0 \forall i, j \in [1; N]$.

Verkehrsinfrastrukturüberlastung entsteht, wenn dem Verkehrsaufkommen eine zu geringe Verkehrsinfrastrukturkapazität gegenübersteht. Der Grad der Verkehrsinfrastrukturüberlastung, C_{ij} , ist folglich im Interaktionspotentialmodell nicht exogen, sondern eine Funktion

der Verkehrsinfrastruktur und des Verkehrsaufkommens. Das Verkehrsaufkommen besteht aus selbst produziertem Verkehr und den Verkehrsangeboten Dritter. Der Vektor der Verkehrsangebote Dritter auf allen Relationen sei $\mathbf{TS} = (TS_{11}, \dots, TS_{NN})$ und $\mathbf{TD} = (TD_{11}, \dots, TD_{NN})$ sei der Vektor des selbst produzierten Verkehrs auf allen Relationen. Zudem sei $\mathbf{\Lambda}_{ij}$ ein Vektor weiterer Überlastungsdeterminanten zwischen i und j . Dann gilt:

$$C_{ij} = C_{ij}(\mathbf{TI}, \mathbf{TS} + \mathbf{TD}, \mathbf{\Lambda}_{ij}). \quad (4)$$

Da zusätzliche Verkehrsinfrastrukturkapazität in einer Region K Überlastungsreduktionen begünstigt, sei $\frac{\partial C_{ij}}{\partial T_K} \leq 0$. Ferner führt ein höheres Verkehrsaufkommen potentiell zu stärkerer Überlastung, weshalb $\frac{\partial C_{ij}}{\partial (TD_{ij} + TS_{ij})} > 0 \forall i, j \in [1; N]$ sei.

Unter der Annahme, dass aus (2), (3) und (4) ein eindeutiges Verkehrsmengen- und Überlastungsgleichgewicht bestimmt werden kann, gelten (5), (6) und (7):⁵

$$TS_{ij}^* = TS_{ij}^*(\mathbf{TI}, \mathbf{\Lambda}_{11}, \mathbf{\Lambda}_{12}, \dots, \mathbf{\Lambda}_{NN}, \mathbf{Z}_{11}, \mathbf{Z}_{12}, \dots, \mathbf{Z}_{NN}, \mathbf{T}_{11}, \mathbf{T}_{12}, \dots, \mathbf{T}_{NN}, \mathbf{\Omega}); \quad (5)$$

$$C_{ij}^* = C_{ij}^*(\mathbf{TI}, \mathbf{\Lambda}_{11}, \mathbf{\Lambda}_{12}, \dots, \mathbf{\Lambda}_{NN}, \mathbf{Z}_{11}, \mathbf{Z}_{12}, \dots, \mathbf{Z}_{NN}, \mathbf{T}_{11}, \mathbf{T}_{12}, \dots, \mathbf{T}_{NN}, \mathbf{\Omega}); \quad (6)$$

$$TD_{ij}^* = TD_{ij}^*(\mathbf{TI}, \mathbf{\Lambda}_{11}, \mathbf{\Lambda}_{12}, \dots, \mathbf{\Lambda}_{NN}, \mathbf{Z}_{11}, \mathbf{Z}_{12}, \dots, \mathbf{Z}_{NN}, \mathbf{T}_{11}, \mathbf{T}_{12}, \dots, \mathbf{T}_{NN}, \mathbf{\Omega}). \quad (7)$$

(8) beschreibt dann die Transportkosten zwischen zwei Regionen i und j :

$$t_{ij} = t_{ij}(\mathbf{TI}, C_{ij}^*, \mathbf{T}_{ij}, TS_{ij}^*). \quad (8)$$

Aus (8) lassen sich die Transportkosteneffekte von Veränderungen des Verkehrssystems ableiten. Transportkostensenkungen, die in der Bundesverkehrswegeplanung als Nutzen potentieller Verkehrsinfrastrukturprojekte berücksichtigt werden (*BMVBS*, 2013), wären daher mithilfe von (8) zu bestimmen. Sinkende Transportkosten lösen jedoch durch ihren Effekt auf die Interaktionspotentiale einer Region i weitere volkswirtschaftliche Impulse aus (*Banister, Berechman*, 2001; *Abbildung 1*), die im Folgenden analysiert werden. Dazu wird in (9) ein Interaktionspotentialmaß, AC_i , betrachtet (*Harris*, 1954; *Páez et al.*, 2012):

$$AC_i = \sum_{j=1}^N I_{ij}(\tau_{ij}) \cdot g(W_j). \quad (9)$$

Das Interaktionspotential einer Region i wird als die Summe der Attraktivität aller potentiellen Interaktionspartner, $g(W_j)$, modelliert, wobei das Gewicht jedes Interaktionspartners j , I_{ij} , mit zunehmendem Interaktionswiderstand, τ_{ij} , abnehme ($\frac{\partial I_{ij}}{\partial \tau_{ij}} < 0$). Unter Berück-

⁵ Durch diese Annahme wird unnötige Komplexität des Interaktionspotentialmodells vermieden.

sichtigung von (1) und (8) kann aus (9) das Modell des Interaktionspotentials in Abhängigkeit der Transportkostendeterminanten hergeleitet werden:

$$AC_i = \sum_{j=1}^N g(W_j) \cdot I_{ij} \left(\tau_{ij} (t_{ij}(\mathbf{TI}, C_{ij}^*, \mathbf{T}_{ij}, TS_{ij}^*), \Gamma_{ij}) \right). \quad (10)$$

2.2 Interaktionspotentialeffekte von Maßnahmen am Verkehrssystem

Veränderungen des Interaktionspotentials begründen die Existenz verkehrsinduzierter Angebotseffekte (*Abbildung 1*). Daher werden nun mithilfe des Interaktionspotentialmodells in (10) Veränderungen eines Verkehrssystems auf ihre Interaktionspotentialeffekte überprüft.

2.2.1 Verkehrsinfrastrukturinvestitionen

Die Interaktionspotentialeffekte einer Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur in einer Region K ($dTI_K > 0$) lassen sich mithilfe des Differentials von (10) approximieren:⁶

$$dAC_i \approx \sum_{j=1}^N g(W_j) \cdot \frac{\partial I_{ij}}{\partial \tau_{ij}} \cdot \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial t_{ij}} \cdot \left(\frac{\partial t_{ij}}{\partial TI_K} \cdot dTI_K + \frac{\partial t_{ij}}{\partial TS_{ij}^*} \cdot \frac{\partial TS_{ij}^*}{\partial TI_K} \cdot dTI_K + \frac{\partial C_{ij}^*}{\partial TI_K} \cdot dTI_K \right). \quad (11)$$

Das Produkt der Attraktivität einer Zielregion j und der Veränderung der Interaktionskosten einer Region i mit Zielregion j liefert den Interaktionspotentialeffekt der Zielregion j infolge des Projekts. Gemäß *Kapitel 2.1* ist $\frac{\partial I_{ij}}{\partial \tau_{ij}} \cdot \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial t_{ij}} < 0$. Die Veränderung des Potentialbeitrags jeder Zielregion j hängt somit neben der Zielregionsattraktivität von drei Effekten ab:

a) Direkter Infrastruktureffekt

Wird durch die Infrastrukturmaßnahme in Region K beispielsweise eine kürzere Verbindung zwischen den Regionen i und j (*Abbildung 2*) geschaffen, so können die interagierenden Verkehrsleistung zwischen diesen Regionen zu geringeren Kosten produzieren, sodass $\frac{\partial t_{ij}}{\partial TI_K} \cdot dTI_K < 0$. Der Potentialbeitrag der Zielregion j steigt. Sollte hingegen ein Infrastrukturprojekt in einer Region K' den Verkehrsstrom zwischen den Regionen i und j nicht beeinflussen (*Abbildung 2*), so ist $\frac{\partial t_{ij}}{\partial TI_{K'}} \cdot dTI_{K'} = 0$ und der Interaktionspotentialbeitrag der Zielregion j verändert sich nicht.

b) Infrastrukturinduzierter Transportangebotseffekt

Wenn Dritte gemäß (3) infolge des Verkehrsinfrastrukturprojekts ein besseres Verkehrsangebot schaffen, steigt ceteris paribus der Interaktionspotentialbeitrag einer Ziel-

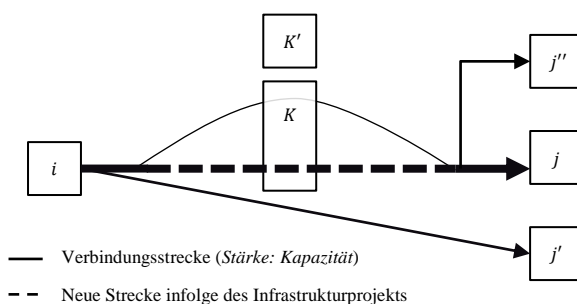
⁶ Die Differenzierbarkeit aller Funktionen im relevanten Bereich wird angenommen.

region j ($\frac{\partial TS_{ij}^*}{\partial TI_K} \cdot dTI_K > 0$). Nutzen Dritte die erweiterten Produktionsmöglichkeiten nicht ($\frac{\partial TS_{ij}^*}{\partial TI_K} = 0$), so existieren keine Transportangebotseffekte. Wenn ferner mögliche Verkehrsangebotsverbesserungen zwischen den Regionen i und j aus einer Verkehrsangebotsverlagerung zulasten der Angebote zwischen den Regionen i und $j' \neq j$ resultieren (Abbildung 2), so müssen zudem sinkende Interaktionspotentialbeiträge von Zielregionen j' ($\frac{\partial TS_{ij'}^*}{\partial TI_K} \leq 0$) gegen den steigenden Interaktionspotentialbeitrag der Zielregion j abgewogen werden. Zudem kann gemäß (2) und (3) durch die verbesserte Verkehrsinfrastruktur zusätzliche Verkehrsnachfrage entstehen, die den Grad der Verkehrsinfrastrukturüberlastung erhöht und somit gemäß (3) bestehende Verkehrsangebote Dritter verdrängt ($\frac{\partial TS_{ij''}^*}{\partial TI_K} \cdot dTI_K < 0$). Das Vorzeichen des infrastrukturinduzierten Transportangebotseffekts ($\frac{\partial t_{ij}}{\partial TS_{ij}^*} \cdot \frac{\partial TS_{ij}^*}{\partial TI_K} \cdot dTI_K$) ist daher im Allgemeinen unbestimmt.

c) *Infrastrukturinduzierter Überlastungseffekt*

Wenn eine Investition in Region K die Kapazität der Verkehrsinfrastruktur zwischen den Regionen i und j vergrößert (Abbildung 2), so kann $\frac{\partial c_{ij}^*}{\partial TI_K} \cdot dTI_K < 0$ sein. Die Transportkosten würden sinken und der Interaktionspotentialbeitrag der Zielregion j steigen. Ist die Maßnahme aufgrund von induziertem Verkehr gemäß (2) und (3) nicht effektiv oder ist die Infrastruktur auf der Relation nicht überlastet, so wäre die Investition wirkungslos ($\frac{\partial c_{ij}^*}{\partial TI_K} \cong 0$). Selbst wenn die Maßnahme effektiv ist, könnte die Infrastrukturüberlastung für Regionspaare i und $j'' \neq j$ steigen (Abbildung 2). Durch die Engpassbeseitigung kann schließlich gemäß (2) und (3) im gesamten Verkehrssystem induzierter Verkehr entstehen, der außerhalb der Verbindungsinfrastruktur zwischen den Regionen i und j zu Verkehrsinfrastrukturüberlastung führt ($\frac{\partial c_{ij''}^*}{\partial TI_K} \cdot dTI_K > 0$). Der sinkende Interaktionspotentialbeitrag von Zielregionen j'' müsste folglich gegen den steigenden Interaktionspotentialbeitrag der Zielregion j abgewogen werden. Das Vorzeichen der Interaktionspotentialeffekte, die aus dem Überlastungseffekt resultieren, ist somit unbestimmt.

Infolge einer Verkehrsinfrastrukturmaßnahme in Region K steigt das Interaktionspotential in Region i nur dann sicher an, wenn die Maßnahme jeweils ceteris paribus Verbesserungen der Infrastrukturkonnektivität, Verbesserungen der Verkehrsangebotsgüte oder eine Reduktion der Verkehrsinfrastrukturüberlastung bewirkt. Der qualitätsgleiche Ausbau vorhandener Verkehrsinfrastruktur ohne Kapazitätsengpässe kann demnach keine positiven Interaktionspotentialeffekte auslösen ($dAC_i = 0$), weil die Maßnahme weder direkte Infrastruktureffekte, noch Verkehrsangebotseffekte, noch Überlastungseffekte verursacht.

Abbildung 2: Illustration der Lage von Beispielregionen zum Infrastrukturprojekt

2.2.2 Verkehrsangebotsausweitungen

Eine Maßnahme zur Verbesserung des Verkehrsangebots zwischen zwei Regionen i und k , beispielsweise eine Verkehrsangebotssubvention, sei in der b -ten Variable in \mathbf{Z}_{ik} durch $Z_{ik,b}$ abgebildet und effektiv ($\frac{\partial TS_{ik}^*}{\partial Z_{ik,b}} \cdot dZ_{ik,b} > 0$). Aus dem Differential von (10) ergeben sich die Interaktionspotentialeffekte dieser Maßnahme für eine Region i :⁷

$$dAC_i \approx \sum_{j=1}^N g(W_j) \cdot \frac{\partial I_{ij}}{\partial \tau_{ij}} \cdot \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial t_{ij}} \cdot \left(\frac{\partial t_{ij}}{\partial TS_{ij}^*} \cdot \frac{\partial TS_{ij}^*}{\partial Z_{ik,b}} \cdot dZ_{ik,b} + \frac{\partial t_{ij}}{\partial C_{ij}^*} \cdot \frac{\partial C_{ij}^*}{\partial Z_{ik,b}} \cdot dZ_{ik,b} \right). \quad (12)$$

Der Interaktionspotentialbeitrag einer Zielregion verändert sich gemäß (12) infolge der Verkehrsangebotsausweitung aufgrund der folgenden Teileffekte:

a) Direkter Transportangebotseffekt

Durch zusätzliches Verkehrsangebot ($\frac{\partial TS_{ik}^*}{\partial Z_{ik,b}} \cdot dZ_{ik,b} > 0$) zwischen den Regionen i und k (Abbildung 3) sinken die Transportkosten zwischen diesen Regionen und der Interaktionspotentialbeitrag der Region k für die Region i steigt. Diese zusätzlichen Verkehrsangebote können jedoch aus Verkehrsangebotsverlagerungen zulasten der Anbindung von Regionen $k' \neq k$ resultieren (Abbildung 3), sodass $\frac{\partial TS_{ik'}^*}{\partial Z_{ik,b}} \cdot dZ_{ik,b} < 0$. Ferner kann das zusätzliche Verkehrsangebot zwischen Regionen i und k die Verkehrsinfrastruktur überfüllen, sodass Verkehrsangebote zwischen Regionen i und $k'' \neq k$ verdrängt werden (Abbildung 3).⁸ Für Zielregionen k'' wäre $\frac{\partial TS_{ik''}^*}{\partial Z_{ik,b}} \cdot dZ_{ik,b} < 0$. Sinkende Interaktionspotentialbeiträge von Zielregionen k' und k'' müssten folglich gegen den steigenden

⁷ Die Differenzierbarkeit der Funktionen im relevanten Bereich wird vorausgesetzt.

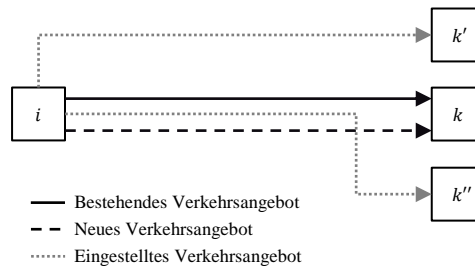
⁸ Dieser Effekt ist auch auf der Relation zwischen den Regionen i und k denkbar. Durch die Effektivitätsannahme wird dies jedoch vereinfachend ausgeschlossen.

Interaktionspotentialbeitrag der Zielregion k abgewogen werden. Das Vorzeichen des Transportangebotseffekts ist somit im Allgemeinen unbestimmt.

b) Transportangebotsinduzierter Überlastungseffekt

Durch das zusätzliche Verkehrsangebot zwischen den Regionen i und k kann gemäß (4) der Grad der Infrastrukturüberlastung steigen, sodass die Kosten der Selbstproduktion von Verkehrsleistungen zunehmen $\left(\frac{\partial t_{ij}}{\partial c_{ij}^*} \cdot \frac{\partial c_{ij}^*}{\partial z_{ik,b}} \cdot dZ_{ik,b} > 0\right)$. Dieser Effekt wird jedoch durch eine potentiell abnehmende Selbstproduktion und mögliche Verkehrsangebotsreduktionen infolge höherer Verkehrsinfrastrukturüberlastung gemindert.

Abbildung 3: Illustration der Effekte einer Verkehrsangebotsausweitung



Die Interaktionspotentialeffekte einer Verkehrsangebotsausweitung sind somit dann eindeutig positiv, wenn das Verkehrsangebot zusätzliche Konnektivität schafft, keine Verkehrsangebotsverlagerung darstellt und keine zusätzliche Verkehrsinfrastrukturüberlastung auslöst. Sollten signifikante Überlastungseffekte und Verkehrsangebotsverlagerungen entstehen, so müssen aus Sicht einer Region i die Interaktionspotentialeffekte des geschaffenen Verkehrsangebots gegen die Interaktionspotentialeffekte steigender Transportkosten für die Selbstproduktion und gegen die Interaktionspotentialeffekte des verdrängten Verkehrsangebots abgewogen werden. In diese Abwägung ist gemäß (12) die Zielregionsattraktivität, $g(W_j)$, einzubeziehen.

2.2.3 Überlastungsreduktionen

Eine Maßnahme zur Überlastungsreduktion bei konstanter Infrastrukturausstattung zwischen den Regionen i und l , etwa die Einführung dynamischer Verkehrsbeeinflussungsanlagen, sei in der b -ten Variable aus Λ_{il} , $\Lambda_{il,b}$, abgebildet und effektiv $\left(\frac{\partial c_{il}^*}{\partial \Lambda_{il,b}} \cdot d\Lambda_{il,b} < 0\right)$.⁹ Die Interaktionspotentialeffekte der Maßnahme für die Region i ergeben sich aus dem Differential von (10).¹⁰

⁹ Bauliche Kapazitätserhöhungen der Infrastruktur werden im *Kapitel 2.2.1* betrachtet.

¹⁰ Die Differenzierbarkeit der Funktionen im relevanten Bereich wird angenommen.

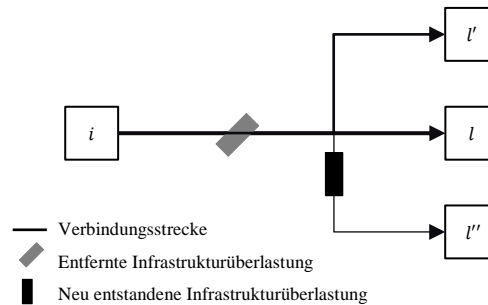
$$dAC_i \approx \sum_{j=1}^N g(W_j) \cdot \frac{\partial I_{ij}}{\partial \tau_{ij}} \cdot \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial t_{ij}} \cdot \left(\frac{\partial t_{ij}}{\partial C_{ij}^*} \cdot \frac{\partial C_{ij}^*}{\partial \Lambda_{il,b}} \cdot d\Lambda_{il,b} + \frac{\partial t_{ij}}{\partial TS_{ij}^*} \cdot \frac{\partial TS_{ij}^*}{\partial \Lambda_{il,b}} \cdot d\Lambda_{il,b} \right). \quad (13)$$

Gemäß (13) sind die Interaktionspotentialeffekte jeder Zielregion j für die Region i von den folgenden Teileffekten abhängig:

a) *Direkter Überlastungseffekt*

Da von der Effektivität der Maßnahme ausgegangen wird, sinken die Kosten der Selbstproduktion von Verkehrsleistungen zwischen den Regionen i und l ($\frac{\partial t_{il}}{\partial C_{il}^*} \cdot \frac{\partial C_{il}^*}{\partial \Lambda_{il,b}} \cdot d\Lambda_{il,b} < 0$). Das Interaktionspotential nimmt folglich zu. Die Überlastungsreduktion kann zudem Verbindungen mit Zielregionen $l' \neq l$ verbessern, wenn Engpässe auf gemeinsam genutzten Streckenabschnitten beseitigt werden (*Abbildung 4*). Gemäß (2) und (3) verursachen Überlastungsreduktionen jedoch induzierten Verkehr. Somit kann auf Strecken zwischen Regionen i und $l'' \neq l$ außerhalb von Abschnitten, die Regionen i und l verbinden, die Verkehrsinfrastrukturüberlastung steigen (*Abbildung 4*). Induzierter Verkehr kann zudem die Effektivität der Maßnahme zwischen den Regionen i und l beeinträchtigen. Das Vorzeichen des Effekts ist daher unbestimmt.

Abbildung 4: Illustration der Effekte einer Überlastungsreduktion



b) *Überlastungsinduzierte Transportangebotseffekte*

Gemäß (3) können Dritte infolge einer Reduktion von Infrastrukturüberlastung zwischen den Regionen i und l ihr Verkehrsangebot verbessern. Dadurch würden die Transportkosten sinken ($\frac{\partial t_{il}}{\partial TS_{il}^*} \cdot \frac{\partial TS_{il}^*}{\partial \Lambda_{il,b}} \cdot d\Lambda_{il,b} < 0$) und das Interaktionspotential steigen. Analog zum direkten Überlastungseffekt können diese Effekte auf Relationen zwischen Regionen i und l sowie zwischen Regionen i und l' entstehen. Sie werden jedoch durch induzierten Verkehr gemindert (vgl. l'' in *Abbildung 4*), sodass gegebenenfalls keine oder sogar negative Interaktionspotentialeffekte entstehen können.

Die Interaktionspotentialeffekte einer Überlastungsreduktionsmaßnahme sind folglich nur dann sicher positiv, wenn induzierter Verkehr die Überlastungsreduktion nicht (über-) kompensiert und Dritte infolge der Überlastungsreduktion verbesserte Verkehrsangebote bereitstellen.

2.3 Produktivitäts- und Wachstumsimpulse von Interaktionspotentialeffekten

Wie die Ausführungen in *Kapitel 2.2* zeigen, steigen infolge verschiedenartiger Maßnahmen zur Verbesserung des Verkehrssystems die Interaktionspotentiale von Regionen. Diese Interaktionspotentialeffekte können über drei Wirkungskanäle zu Produktivitätssteigerungen führen (*Lakshmanan, 2011; Abbildung 1*):

1. Geringere Interaktionswiderstände implizieren, dass sich der *Zugang zu Absatz- und Beschaffungsmärkten* verbessert.¹¹ Somit vereinfacht sich für Unternehmen die Beschaffung besonders produktiver Produktionsfaktoren und eine Spezialisierung innerhalb der Wertschöpfungskette ist möglich (*Baldwin, Gu, 2004; Lileeva, Treffler, 2010*). Ferner steigt der Wettbewerbsdruck auf Absatzmärkten, sodass unproduktive Unternehmen vom Markt verdrängt werden (*Melitz, Ottaviano, 2008; Chen et al., 2009*).
2. Wie in Analysen der Neuen Ökonomischen Geographie dargestellt, werden gewinnmaximierende Unternehmen in einem Umfeld mit hohen Marktpotentialen bzw. geringen Transportkosten ihre Produktion an wenigen zentral (*Krugman, 1991*) oder dezentral (*Tabuchi, 1998*) gelegenen Standorten konzentrieren. Dadurch können sie *Skalen- und Agglomerationsvorteile* nutzen, sodass die Produktivität zunimmt.
3. Interaktion fördert *Innovations- und Imitationsprozesse*. So kann beispielsweise Produktionsaktivität multinationaler Konzerne für heimische Firmen zu Produktivitätssteigerungen führen (*Keller, Yeaple, 2009*). Auch Lerneffekte exportierender Firmen könnten signifikante Produktivitätssteigerungen begründen. Die empirische Prävalenz dieses Effekts ist jedoch umstritten (*Monreal-Pérez et al., 2012; Wagner, 2007*).

Die dargestellten verkehrsinduzierten Produktivitätseffekte begründen *ceteris paribus* Wachstumsimpulse. Darüber hinaus dürften gewinnmaximierende Firmen Standorte mit besseren Interaktionsmöglichkeiten bevorzugen, um von den Produktivitätsvorteilen zu profitieren.¹² Dies würde zu zusätzlichem Input-Einsatz führen, der aus regionaler Perspektive indirekte Wachstumsimpulse auslöst.¹³ Die resultierenden Hypothesen über die verkehrsinduzierten Standortwahl-, Beschäftigungs- und Wachstumseffekte werden in *Kapitel 3* anhand vorliegender empirischer Studien untersucht.

¹¹ In der Neuen Ökonomischen Geographie werden daher sowohl das Beschaffungsmarkt- als auch das Absatzmarktpotential betrachtet (*Redding, 2010*).

¹² Dies setzt gemäß *Banister, Berechman (2001)* geeignete institutionelle und ökonomische Rahmenbedingungen voraus.

¹³ Reine Verlagerungseffekte entstehen jedoch auf Kosten anderer Regionen (z. B. *Holl, 2004b*). Zudem ist zu prüfen, ob die Verbesserung des Verkehrssystems ein Substitut oder ein Komplement für private Faktoren ist (*Shah, 1992; Demetriades, Mamuneas, 2000*).

3. Effekte des Verkehrssystems auf die wirtschaftliche Entwicklung

Potentielle Effekte eines Verkehrssystems auf die Standortwahl von Unternehmen sowie potentielle Produktivitäts- und Wachstumseffekte eines Verkehrssystems sind bereits in zahlreichen empirischen Analysen untersucht worden. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sollen im Folgenden zusammengetragen werden. Dazu sind zunächst die Ergebnisse von Untersuchungen möglicher Produktivitäts- und Wachstumsimpulse von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen zu diskutieren. Auf Grundlage der Erkenntnisse und unter Berücksichtigung der Eigenschaften einzelner Verkehrsträger sowie der Ergebnisse aus *Kapitel 2* lassen sich dann verkehrsträgerspezifische Analysen beschreiben und vergleichen.

3.1 Verkehrsträgerübergreifende Analyse von Infrastrukturinvestitionen

Die Produktivitäts- und Wachstumsimpulse von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen (*Kapitel 2.2.1*) wurden in zahlreichen verkehrsträgerübergreifenden Analysen untersucht (*Tabelle 1*). Da Verkehrsinfrastruktur vielfach durch die öffentliche Hand bereitgestellt wird, lassen sich diese Analysen in die Diskussion um die Produktivität des öffentlichen Kapitalstocks einordnen, die infolge von *Aschauer* (1989) entstanden ist. Viele empirische Untersuchungen, die in diesem Kontext durchgeführt wurden, basieren auf dem Produktionsfunktionsansatz. Darin wird gemäß (14) der (private) Output Y_i einer Region i als Funktion des Einsatzes von Arbeit (L_i), (privatem) Kapital (K_i) und öffentlichem Kapital (G_i) sowie als Funktion weiterer Determinanten des Produktionssystems (X_i) erklärt.

$$Y_i = f(L_i, K_i, G_i, X_i). \quad (14)$$

Mithilfe dieses Ansatzes isoliert *Aschauer* (1989) signifikante Wachstumsbeiträge öffentlicher Infrastrukturinvestitionen. Seine Ergebnisse sind jedoch kritisiert worden. So führen beispielsweise *Aaron* (1990) und *Gramlich* (1994) aus, dass *Aschauer's* Ergebnisse eine unplausibel hohe volkswirtschaftliche Rendite in Höhe von mehr als 100 % im Jahr nach der Investition implizieren. Zudem bietet *Aschauer's* methodisches Vorgehen Anlass für Kritik (*Munnell*, 1992; *Romp, de Haan*, 2007). In einer Meta-Analyse können beispielsweise *Bom* und *Lighthart* (2008) zeigen, dass eine mangelhafte Berücksichtigung von Zeitreiheneigenschaften in Produktionsfunktionsansätzen zu signifikanten Verzerrungen führt. Wie von *Aaron* (1990) dargestellt, sind in empirischen Analysen auf Grundlage von Zeitreihendaten folglich Stationaritäts- und Kointegrationstests durchzuführen sowie ggf. Fehlerkorrekturmodelle (z. B. *Crowder, Himarios*, 1997) oder Modelle mit Trendbereinigung bzw. in Differenzen (z. B. *Ozby et al.*, 2007) zu verwenden. Zudem ist der Einsatz von Instrumentenvariablen (z. B. *Boarnet*, 1997), Mehrgleichungssystemen (z. B. *Cadot et al.*, 2006) oder vektorautoregressiven Modellen (z. B. *Belloc, Vertova*, 2006) zu erwägen, da umgekehrte Kausalität zwischen dem Output und dem öffentlichen Kapitalstock zu Schätzverzerrungen führen dürfte. Darüber hinaus werden in der Literatur unvollständige Modellspezifikationen (z. B. *Munnell*, 1990; *Holtz-Eakin*, 1994; *Crescenzi, Rodríguez-Pose*, 2012), Bewertungsprobleme des öffentlichen Kapitals (z. B. *Sanchez-Robles*, 1998) und die fehlende Berücksichtigung räumlicher Strukturen (z. B. *Moreno, López-Bazo*, 2007) als

weitere potentielle Verzerrungsquellen diskutiert. Zahlreiche Analysen, die als Antwort auf *Aschauer* (1989) entstanden sind, berücksichtigen diese Kritik und ermitteln dadurch teils erheblich kleinere Outputeffekte von Infrastrukturinvestitionen (*Bom, Lighthart, 2008*).

In einer Metastudie untersuchen *Melo et al.* (2013) erstmals empirische Studien der Outputelastizität von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen. Analog zu *Tabelle 1* deutet ihre Analyse auf eine positive Outputelastizität hin, die jedoch im Mittel geringer ist als die von *Aschauer* (1989) ermittelte Outputelastizität und die zwischen den Wirtschaftszweigen variiert. Zudem bestätigen die Ergebnisse, dass die Verwendung verschiedener Schätzverfahren und Modellspezifikationen einen signifikanten Einfluss auf die geschätzte Outputelastizität hat.

Betrachtet man ergänzend die Ausprägung der Schätzwerte, so deuten einige Studien darauf hin, dass die Produktivität von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen nach dem Gesetz des abnehmenden Grenzertrags sinkt (*Tabelle 1*). Dies ist analog zu *Kapitel 2.2.1* plausibel, wenn der Aufbau einer leistungsfähigen Verkehrsinfrastruktur hohe volkswirtschaftliche Renditen verursacht, nach erfolgreichem Netzaufbau jedoch unproduktive Netzduplierung zu erwarten ist (*Fernald, 1999*). Allerdings kann sich dieser Effekt in Verkehrsnetzen mit geringer Leistungsfähigkeit umkehren. Schließlich muss ein hinreichend großes Bestandsnetz vorhanden sein, damit „umgrenzte Lückenschlüsse“ große Erreichbarkeitsverbesserungen implizieren und somit Wachstumsimpulse auslösen (*Deng et al., 2013*).

Die räumliche Ausbreitung der Produktivitäts- und Wachstumseffekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen wird in der Literatur kontrovers beurteilt. Laut *Tabelle 1* gibt es schließlich empirische Evidenz für die Existenz positiver und negativer räumlicher Spillover-Effekte. Die Ergebnisse der Metastudien von *Bom* und *Lighthart* (2008) sowie von *Melo et al.* (2013) zeigen hingegen, dass in Studien für räumlich eng umgrenzte Regionen im Vergleich zu Studien auf nationaler Ebene meist geringere Outputeffekte identifiziert werden. Da auf nationaler Ebene viele Spillover-Effekte internalisiert sind, liefert dieses Ergebnis (schwache) Hinweise darauf, dass positive Spillover-Effekte existieren.

Die Ergebnisse von *Melo et al.* (2013) deuten ferner darauf hin, dass die Wachstumsimpulse von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen zwischen den Verkehrsträgern variieren. So wird für Straßeninfrastrukturinvestitionen häufig eine größere Outputelastizität identifiziert als für Investitionen in die Infrastruktur anderer Verkehrsträger. Daher soll in *Kapitel 3.2* eine verkehrsträgerspezifische Analyse möglicher volkswirtschaftlicher Impulse vorgestellt werden. Dabei muss vor dem Hintergrund der Ergebnisse aus *Kapitel 2* erwogen werden, ob empirische Analysen der Verkehrsinfrastruktur zur Erfassung der verkehrsinduzierten Wachstumsimpulse ausreichend sind. Gemäß *Kapitel 2.2.1* müssen Verkehrsinfrastrukturinvestitionen schließlich nicht immer zu infrastrukturinduzierten Transportangebots- und Überlastungseffekten führen. Zudem können die Wachstumseffekte eines Verkehrssystems auch aus direkten und überlastungsinduzierten Transportangebots- (*Kapitel 2.2.2*) sowie aus direkten und transportangebotsinduzierten Überlastungseffekten (*Kapitel 2.2.3*) resultieren, die durch die Infrastrukturausstattung nicht abgebildet werden.

Tabelle 1: Empirische Analysen der Kosten-, Wachstums- und Produktivitätseffekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen (verkehrsträgerübergreifend)

	Untersuchungs- einheit	Zeit- dimension	Straßenver- kehrsmaß	Abhängige Variable	Ergebnisse
<i>Ezcurra et al.</i> (2005)	Spanische Regio- nen	1964-1991 (2-jährig)	Verkehrsinfrastruk- turkapital	Output; Kosten	+ -
<i>Sturm et al.</i> (1999)	Niederlande	1853-1913	Verkehrsinfrastruk- turinvestitionen	Output	+
<i>Démurger</i> (2001)	24 chinesische Provinzen	1985-1998	Dichte des Ver- kehrsnetzes	Wachstum (<i>BIP pro Kopf</i>)	+ Abnehmende Grenzproduktivi- tät
<i>Cantos et al.</i> (2005)	Spanische Regio- nen	1965-1995	Verkehrsinfrastruk- turkapital	Output	Outputelastizität: +0 (<i>je nach Sektor</i>) Positive Spillover-Effekte
<i>Cadot et al.</i> (2006)	21 französische Regionen	1985-1992	Verkehrsinfrastruk- turkapital	Arbeitspro- duktivität	+
<i>Moreno, López- Bazo</i> (2007)	50 spanische Provinzen	1965-1997	Verkehrsinfrastruk- turkapital	Output	+ Negative Spillover-Effekte Hinweise auf abnehmende volkswirtschaftliche Rendite
<i>Fedderke, Bogetic</i> (2009)	22 südafrikani- sche Industrie- zweige	1970-1993	Infrastrukturkapital (<i>nicht nur Verkehr</i>)	Arbeitspro- duktivität; Totale Faktor- produktivität	Weitgehend +
<i>RWI</i> (2010)	Deutsche Bundes- länder	1992-2006	Verkehrsinfrastruk- turkapital	Output	Outputelastizität: 0,03 (<i>kurzfristig</i>) 0,04 bis 0,08 (<i>langfristig</i>) Hinweise auf positive Spillover- Effekte
<i>Calderón et al.</i> (2011)	88 Länder	1960-2000	Verkehrsinfrastruk- turdichte (<i>Straße und Schiene</i>)	Output	+
<i>Yu et al.</i> (2012)	28 chinesische Regionen	1978-2008	Verkehrsinfrastruk- turkapital	Output	+ Starke räumliche Heterogenität der Effekte
<i>Di Giacinto et al.</i> (2012)	18 italienische Regionen	1970-2007	Verkehrsinfrastruk- turkapital	Output	+
<i>Yu et al.</i> (2013)	29 chinesische Provinzen	1978-2009	Verkehrsinfrastruk- turkapital	Output	+ Heterogene Spillover-Effekte

+ *signifikant positive Effekte* 0 *keine signifikanten Effekte* - *signifikant negative Effekte*

3.2 Verkehrsträgerspezifische Analyse

Im Folgenden werden empirische Ergebnisse verkehrsträgerspezifischer Analysen möglicher Standortwahl-, Produktivitäts- und Wachstumsimpulse von Verkehrssystemen vorgestellt. Um die Unterschiede im Studiendesign zu erörtern, werden anhand des Interaktionspotentialmodells (*Kapitel 2*) die Eigenschaften der Verkehrsträger ermittelt, die Raumüberwindung ermöglichen und volkswirtschaftliche Impulse anstoßen. Darauf aufbauend lassen sich die vorliegenden empirischen Analysen strukturieren und kritisch diskutieren.

3.2.1 Straßenverkehr

Straßenverkehrsleistungen werden weitgehend durch die Interagierenden selbst produziert.¹⁴ Die Existenz direkter oder induzierter Transportangebotseffekte ist folglich für den Straßenverkehr nachrangig zu prüfen, sodass empirische Analysen der Impulse des Straßenverkehrs auf direkte Infrastruktureffekte, direkte Überlastungseffekte und infrastrukturinduzierte Überlastungseffekte fokussiert werden können (*Kapitel 2.2*). Um die Selbstproduktion durchzuführen und von positiven Interaktionseffekten zu profitieren, müssen die Interagierenden jedoch über die technischen Produktionsmöglichkeiten für Verkehrsleistungen verfügen und dürfen durch institutionelle Restriktionen nicht an der Selbstproduktion gehindert werden. *Baum* (2009) isoliert dementsprechend einen positiven Einfluss der Transportmittelverfügbarkeit auf die individuelle Erwerbsbeteiligung. Zudem stellen *Botasso* und *Conti* (2010) fest, dass die Wachstumseffekte von Straßeninfrastrukturinvestitionen in Europa vom Liberalisierungsgrad des Straßengüterverkehrs abhängig sind.

3.2.1.1 Straßenbau und ökonomische Aktivität

In entwickelten Volkswirtschaften sind die technischen Produktionsmöglichkeiten für Straßenverkehrsleistungen meist vorhanden.¹⁵ Wenn institutionelle Rahmenbedingungen die Selbstproduktion von Straßenverkehrsleistungen nicht beschränken, können Straßeninfrastrukturinvestitionen das Interaktionspotential aufgrund des direkten Infrastruktureffekts und des infrastrukturinduzierten Überlastungseffekts (*Kapitel 2.2.1*) steigern. Straßenbau würde folglich das Standortwahlverhalten gewinnmaximierender Unternehmen beeinflussen und positive Produktivitäts- und Wachstumsimpulse auslösen. Empirische Studien bestätigen, dass eine bessere Straßeninfrastruktur Unternehmen anzieht (*Tabelle 2*), Handel fördert (*Bougheas et al.*, 1999) und Wachstumseffekte anstößt (*Tabelle 3*; *Bhatta, Drennan*, 2003). Die Annahme fehlender institutioneller Restriktionen für die Selbstproduktion gilt jedoch im Straßengüterverkehr häufig nicht (*Conway, Nicoletti*, 2006). Die Nichtberücksichtigung der Regulierung kann daher die Ergebnisse einiger Studien verzerren.

¹⁴ Straßengüterverkehr wird durch die Interagierenden unmittelbar in Auftrag gegeben. Im Personenverkehr stellen die Interagierenden Verkehrsleistungen weitgehend selbst mit PKW her. Der Anteil des Busverkehrs, der teilweise von Dritten bereitgestellt wird, beträgt im Jahr 2009 lediglich 9,5% der Straßenpersonenverkehrsleistung in den EU-27-Staaten.

¹⁵ Im Jahr 2011 waren in Deutschland 42,3 Mio. PKW und 2,6 Mio. LKW zugelassen. Ferner besaßen im Jahr 2008 etwa 60 Mio. Einwohner eine PKW-Fahrerlaubnis (*BMVBS*, 2012).

Tabelle 2: Standortwahlentscheidungen und Straßenverkehr

	Untersuchungs- einheit	Zeit- dimension	Straßen- verkehrsmaß	Untersuchungs- gegenstand	Ergebnisse
<i>Button et al.</i> (1995)	939 schottische Unternehmen	1991	Straßenanbindung	Determinanten der Standortwahlentschei- dung	Hohe Bedeutung der Straßenanbindung Die Straßenanbindung verursacht nur selten Standortverlagerungen
<i>Van Dijk, Pellenbarg</i> (2000)	1.338 niederlän- dische Firmen	1995-1996	Straßennähe	Absicht zur Standort- verlagerung	0
<i>Holl</i> (2004a)	Spanische Kommunen	1980-1994	Autobahnnähe	Firmengründungen (Anzahl)	+ Negative Spillover-Effekte
<i>Holl</i> (2004b)	275 portugiesi- sche Kommunen	1986-1997	Autobahnnähe	Firmengründungen (Anzahl)	Meist + Negative Spillover-Effekte
<i>Hong</i> (2007)	Logistikfirmen in China	2001	Straßendichte	Standortwahlentschei- dungen ausländischer Investoren	+
<i>Otsuka</i> (2008)	47 japanische Präfekturen	1981-2001	Erreichbarkeitsmaß (basierend auf der Straßenreisezeit)	Firmengründungen (Anzahl)	+
<i>Melo et al.</i> (2010)	Portugiesische Kommunen	1995-2003	Autobahndichte	Eröffnungen von Betrieben (Anzahl)	+ Positive Spillover-Effekte
<i>Mukim, Nun- nenkamp</i> (2012)	19.500 ausl. Direktinvestiti- onsprojekte in Indien	1991, 1996, 2001	Straßendichte, Busanbindung	Standortwahl für ausländische Direk- tinvestitionen (Anzahl und Wahlkalkül)	Meist +

+ *signifikant positive Effekte*0 *keine signifikanten Effekte*

Analog zu *Kapitel 3.1* und zu *Fernald* (1999) deuten viele Analysen darauf hin, dass die Wachstumsimpulse von Straßeninfrastrukturinvestitionen mit der Größe des vorhandenen Straßennetzes abnehmen (*Tabelle 3*). Schließlich würde weiterer Straßenbau in einem leistungsfähigen, nicht überlasteten Straßennetzwerk zur Duplizierung des Netzes führen, wodurch keine signifikanten Interaktionspotentialeffekte entstehen. Für den Straßenbau gibt es jedoch Hinweise darauf, dass sich dieser Zusammenhang in wenig leistungsfähigen Straßennetzen umkehrt. So zeigen *Deng et al.* (2013), dass die Outputelastizität von Straßeninfrastrukturinvestitionen in China sowohl mit hoher als auch mit geringer Dichte des Bestandsnetzes klein ist. Schließlich würden inkrementelle Verbesserungen eines noch unzureichenden Straßennetzes ebenfalls nur kleine Erreichbarkeitseffekte auslösen.

Tabelle 3: Empirische Analysen der Beschäftigungs-, Kosten- sowie Produktivitäts- und Outputeffekte des Straßenverkehrs

	Untersuchungs- einheit	Zeit- dimension	Straßen- verkehrsmaß	Abhängige Variable	Ergebnisse
<i>Jiwattanakul- paisarn et al.</i> (2010)	US-Bundesstaaten	1984-1997	Netzlänge	Beschäftigung	+ (<i>Dienstleistungen</i>) - (<i>Industrie</i>) Negative Spillover-Effekte
<i>Percoco</i> (2010)	103 italienische Provinzen	2002	Netzlänge	Beschäftigung	+ (<i>Dienstleistungssektor</i>)
<i>Seitz</i> (1993)	31 deutsche Wirtschaftszweige	1970-1989	Straßeninfrastruk- turkapital; Auto- bahnetzlänge	Kosten	-
<i>Aschauer</i> (1990)	48 US- Bundesstaaten	1960-1985	Straßennetzdichte	Output	+
<i>Garcia-Milà, McGuire</i> (1992)	US-Bundesstaaten	1969-1983	Highway-Kapital	Output	Outputelastizität: 0,044-0,045
<i>Forslund, Johannson</i> (1995)	284 schwedische Kommunen	1980/1988	Hafenanreise (<i>Straße</i>); Auto- fahrgeschwindigkeit	Output	- +
<i>Boarnet</i> (1998)	Kalifornische Landkreise	1969-1988	Highway-Kapital	Output	+ Negative Spillover-Effekte
<i>Fernald</i> (1999)	29 amerikanische Wirtschaftszweige	1953-1989	Straßenkapital	Produktivität	bis 1973: + ab 1973: 0
<i>Zhang, Fan</i> (2004)	290 indische Distrikte	1971-1994	Straßendichte	Totale Faktor- produktivität (<i>Landwirt- schaft</i>)	+
<i>Pereira, Andraz</i> (2004)	USA und US- Bundesstaaten	1977-1999	Highway- Investitionen	Output	Outputelastizität: 0,139 (USA); für Bundesstaaten meist geringer Positive Spillover-Effekte
<i>Cantos et al.</i> (2005)	Spanische Regio- nen	1965-1995	Straßenkapitalstock	Output	Outputelastizität: +/-0 (<i>je nach Sektor</i>) Positive Spillover-Effekte
<i>Berechman et al.</i> (2006)	US Bundesstaa- ten; 18 Kreise, 389 Kommunen in New York und New Jersey	1990-2000	Highway-Kapital	Output	Outputelastizität: + (<i>Bundesstaaten</i>) 0 (<i>Gemeinden</i>) Positive Spillover-Effekte (<i>kleinräumige Abgrenzung</i>)
<i>Delgado, Álvarez</i> (2007)	50 spanische Provinzen	1970-1988	Straßenkapital (<i>Autobahnen und 2-spurige Bundes- straßen</i>)	Output	Outputelastizität: 0,0049 Hinweise auf Spillover-Effekte

<i>Ozbay et al.</i> (2007)	18 Landkreise in New York und New Jersey	1990-2000	Straßeninfrastruktur	Output	Outputelastizität: 0,017 bis 0,057 Negative Spillover-Effekte
<i>Gunasekera et al.</i> (2008)	Unternehmen in Sri Lanka	1990/2000	Straßenbauprojekt (<i>Vorher-Nachher</i>)	Output; Einkommen	+
<i>Bronzini, Piselli</i> (2009)	Italienische Regionen	1980-2001	Straßenkapitalstock; Netzlänge	Output	+ Positive Spillover-Effekte
<i>Fedderke, Bogetic</i> (2009)	22 südafrikanische Industriezweige	1970-1993	Netzlänge	Arbeitsproduktivität; Totale Faktorproduktivität	Weitgehend +
<i>Bottasso, Conti</i> (2010)	11 europäische Länder, 22 Wirtschaftszweige	1980-2003	Netzlänge	Output	+ Abnehmende Outputelastizität Abhängig von der Liberalisierung des Straßengüterverkehrs
<i>Hong et al.</i> (2011)	31 chinesische Provinzen	1998-2007	Landgebundene Transportinfrastruktur (<i>Straßen- und Schienennetz-dichte</i>)	Output	+ Abnehmende Outputelastizität
<i>Álvarez-Ayuso, Delgado-Rodríguez</i> (2012)	17 spanische Provinzen	1980-2008	Kapitalstock (<i>Autobahnen und 2-spurige Bundesstraßen</i>)	Output	+ Positive Spillover-Effekte
<i>Jiwattanakulpaisarn et al.</i> (2012)	US-Bundesstaaten	1984-2005	Straßennetz-dichte	Output	Outputelastizität: 0,035-0,039 Positive Spillover-Effekte
<i>Crescenzi, Rodríguez-Pose</i> (2012)	11 europäische Länder (z. T. auf NUTS-2 Ebene)	1990-2004	Straßennetzwerk (<i>Dichte und Länge</i>)	Output	0
<i>Tong et al.</i> (2013)	44 US-Bundesstaaten	1981-2004	Straßeninfrastrukturkapital	Output (<i>Agrarsektor</i>)	+ Hinweise auf positive Spillover-Effekte
<i>Deng et al.</i> (2013)	30 chinesische Provinzen	1987-2010	Highway-Dichte	Output-wachstum	+ Veränderung des Effekts mit dem Bestandsnetz

+ *signifikant positive Effekte* 0 *keine signifikanten Effekte* - *signifikant negative Effekte*

3.2.1.2 Staubeseitigung und ökonomische Aktivität

Die Interaktionspotentialeffekte des Straßenverkehrs können auch aus den direkten Überlastungseffekten von Staus (*Kapitel 2.2.3*) und den infrastrukturinduzierten Überlastungseffekten des Straßenbaus (*Kapitel 2.2.3*) resultieren. Staus steigern schließlich Transportkosten aufgrund höherer Betriebs-, Zeit- und Unsicherheitskosten (*Stopher, 2004; Sweet,*

2011), sodass sie ein Interaktions- und Wachstumshindernis darstellen. Es verwundert daher nicht, dass *Melo et al.* (2013) die unterlassene Modellierung von Staus als Verzerrungsquelle von Analysen verkehrsinfrastrukturinduzierter Wachstumsimpulse identifizieren. Ferner zeigen die Ergebnisse empirischer Untersuchungen, dass Unternehmen Staus in Ballungsräumen als einen Agglomerationsnachteil bewerten und dass Staus tatsächlich zu Beschäftigungs- und Wachstumseinbußen führen (*Boarnet*, 1997; *Graham*, 2007; *Hymel*, 2009). Im Umkehrschluss können Maßnahmen zur Staubeseitigung positive ökonomische Impulse verursachen:

- **Straßeninfrastrukturprojekte** stoßen positive infrastrukturinduzierte Überlastungseffekte (*Kapitel 2.2.1*) an, wenn sie die Straßeninfrastrukturüberlastung tatsächlich reduzieren. Gemäß dem „*fundamental law of road congestion*“ (*Downs*, 1962), auf dessen Gültigkeit empirische Studien hindeuten (*Duranton*, *Turner*, 2011), entsteht infolge der baulichen Beseitigung von Kapazitätsengpässen allerdings induzierter Verkehr, sodass diese Projekte meist keine systematischen Überlastungsreduktionen auslösen. Ausbaumaßnahmen an Engpässen werden somit vielfach keine positiven Interaktionspotential- und Wachstumseffekte anstoßen.
- Infolge direkter Überlastungseffekte (*Kapitel 2.2.3*) könnte etwa eine strecken- und zeitabhängige Maut **Staus ohne Straßenbau beseitigen**. Eine Maut vermag schließlich durch ihre verkehrsverlagernde Wirkung positive Interaktionspotentialbeiträge auszulösen, wenn sie zu einem gleichmäßigen Verkehrsfluss führt und induzierten Verkehr infolge der Überlastungsreduktion eindämmt. Übersteigt eine Maut, die zur Sicherung eines gleichmäßigen Verkehrsflusses erforderlich ist, hingegen die Staukosten, so verursacht sie negative Interaktionspotentialeffekte. Eine Maut kann folglich den bedarfsgerechten Straßenbau nicht vollständig ersetzen.

3.2.1.3 Räumliche Struktur der ökonomischen Effekte

Aufgrund des Netzwerkcharakters der Straßeninfrastruktur kann eine Straßeninfrastrukturinvestition in einer Region auch in anderen Regionen Transportkostensenkungen auslösen. Dazu muss die Infrastruktur von Interagierenden anderer Regionen genutzt werden (*Abbildung 2*). Dieser Hypothese entsprechend identifizieren *Limão* und *Venables* (2001) Transportkostensenkungen und steigende Handelsvolumina zwischen zwei Regionen, wenn die Transitinfrastruktur¹⁶ verbessert wird. *Gutiérrez et al.* (2010) stellen zudem anhand einer Simulation der Erreichbarkeitseffekte des spanischen Verkehrsinfrastrukturplans für die Jahre 2005 bis 2020 die weiträumige Verteilung der induzierten Erreichbarkeitseffekte dar. Maßnahmen zur Stärkung des Straßenverkehrs können folglich positive (regionale) Spillover-Effekte auslösen. Wenn hingegen induzierter Verkehr infolge einer Maßnahme die Verkehrsinfrastrukturüberlastung erhöht (*Kapitel 2.2.1*) oder Unternehmen ihre Standorte zulasten anderer Regionen verlagern, können negative Spillover-Effekte entstehen. Die

¹⁶ *Limão* und *Venables* (2001) betrachten Straßen-, Schienen- und Telekommunikationsinfrastruktur.

aggregierte Messbarkeit positiver oder negativer Spillover-Effekte in empirischen Analysen ist folglich davon abhängig, in welchem Ausmaß Netzwerkeffekte sowie Überlastungs- und Verlagerungseffekte auftreten.

In summa sind für den Straßenverkehr bereits positive und negative Spillover-Effekte identifiziert worden (*Tabellen 2 und 3*). Gemäß *Berechman et al. (2006)* ist die Prävalenz von Spillover-Effekten jedoch vorwiegend bei einer kleinräumigen Untergliederung des Untersuchungsraums gegeben. Wird hingegen eine weiträumige Regionsdefinition verwendet, so werden bevorteilte und benachteiligte Räume erfasst. Spillover-Effekte entstehen nicht. Wenn nun in empirischen Untersuchungen mit weiträumiger Regionsdefinition (z. B. USA) positive Wachstumsbeiträge des Straßenverkehrs isoliert werden (*Tabelle 3*), so lässt dieses Ergebnis auf die Existenz gesamtwirtschaftlicher Wachstumsimpulse des Straßenverkehrs schließen. Regionale, straßenverkehrsinduzierte Wachstumsimpulse resultieren somit nicht ausschließlich aus Standortverlagerungen zulasten einiger Regionen.

Um den Netzwerkcharakter der Straßeninfrastruktur zu erfassen und somit die regionsübergreifenden Erreichbarkeitseffekte des Straßennetzes zu modellieren, sind Erreichbarkeitsindikatoren (*Forsslund, Johannson, 1995; Hesse et al., 2012*) geeignet. Durch ihre Verwendung in Produktionsfunktionsansätzen könnten folglich die Wirkungsmechanismen positiver und negativer Spillover-Effekte getrennt werden. Ferner würden durch ihre Berücksichtigung Bewertungsprobleme des öffentlichen Straßeninfrastrukturkapitals, die aus fehlenden Marktpreisen und potentiell verzerrten historischen Kosten resultieren (*Sanchez-Robles, 1998*), vermieden. Im Gegensatz zu physischen Netzindikatoren spiegeln Erreichbarkeitsmaße ferner die Qualitätsmerkmale der Straßeninfrastruktur unmittelbar wider.

3.2.2 Luftverkehr

Wie in *Abbildung 5*¹⁷ für die USA dargestellt ist, wird Passagierluftverkehr vornehmlich nach Flugplänen durchgeführt. Der Anteil der planmäßigen Flüge im Frachtverkehr ist zwar geringer, der überwiegende Teil des Verkehrsaufkommens wird aber gemäß *Abbildung 5* auch im Frachtverkehr nach Flugplänen abgewickelt. Die Interaktionspotentialeffekte des Luftverkehrs entstehen somit vorwiegend durch direkte Transportangebotseffekte (*Kapitel 2.2.2*) sowie durch infrastruktur- (*Kapitel 2.2.1*) und überlastungsinduzierte Transportangebotseffekte (*Kapitel 2.2.3*). Die Existenz luftverkehrsinduzierter Interaktionspotentiale ist folglich davon abhängig, dass Dritte (Fluggesellschaften) Luftverkehrsangebote anbieten. Diese Angebote können wie folgt beeinflusst werden:

- Luftverkehrsangebote können im europäischen Rechtsrahmen mithilfe von **Anreizprogrammen** zur Routenentwicklung durch die Flughäfen (*Malina et al., 2012*) oder mithilfe von **Subventionen** für einzelne Flugstrecken durch den Staat („*Public Service Obligations*“) gefördert werden. Derartige Instrumente verursa-

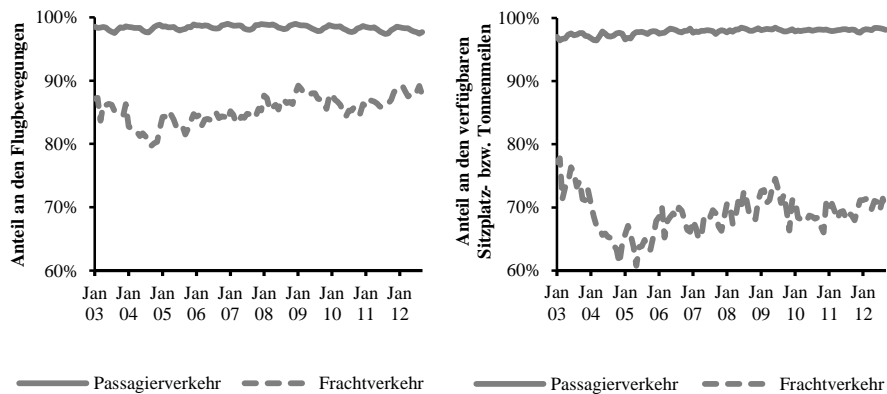
¹⁷ Selbstproduktion, die nicht durch eine Fluggesellschaft erbracht wird, wird in *Abbildung 5* nicht erfasst.

chen direkte Transportangebotseffekte (*Kapitel 2.2.2*), wenn sie effektiv sind, nicht aus Verkehrsangebotsverlagerung resultieren und keine kapazitätsbedingte Verkehrsangebotsverdrängung auslösen.

- **Investitionen in die Luftverkehrsinfrastruktur**, beispielsweise der (Aus-)Bau eines Flughafens, oder eine **effizientere Nutzung vorhandener Flughafeninfrastruktur** lösen Interaktionspotentialeffekte aus, wenn Fluggesellschaften infolge der Maßnahme das Verkehrsangebot verbessern (induzierte Transportangebotseffekte, *Kapitel 2.2.1* und *2.2.3*). Eine derartige Angebotsverbesserung ist dann zu erwarten, wenn ohne die Maßnahme die Erstellung von Verkehrsangeboten durch die Infrastrukturausstattung eines Flughafens oder durch seine Auslastung beschränkt wird. Die regionalen Interaktionspotentialeffekte derartiger Maßnahmen resultieren zudem meist nicht aus der Konnektivität zu weiteren Zielregionen, sondern aus Zugangserleichterungen zum Luftverkehrsangebot im Umfeld des Projekts. Schließlich ist dort die Anreise zu einem weiter entfernten Flughafen, an dem ein entsprechendes Luftverkehrsangebot verfügbar ist, nicht mehr notwendig.

Im Gegensatz zum Straßenverkehr werden die ökonomischen Impulse des Luftverkehrs somit unmittelbar durch das Verkehrsangebot und allenfalls mittelbar durch Infrastrukturbereitstellung, Infrastrukturüberlastung oder institutionelle Angebotsregulierung verursacht. Empirische Studien zur Analyse luftverkehrsinduzierter ökonomischer Impulse müssten daher vorwiegend auf die Transport- statt auf die Infrastrukturebene fokussiert sein.

Abbildung 5: Anteil des flugplanmäßigen Verkehrs, der mindestens einen US-Flughafen berührt



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Daten des Bureau of Transport Statistics.

3.2.2.1 Luftverkehrsanbindung und ökonomische Entwicklung

Betrachtet man zunächst die Ergebnisse empirischer Studien über luftverkehrsinduzierte ökonomische Impulse, so deuten ihre Ergebnisse aus verschiedenen Perspektiven auf die Existenz positiver ökonomischer Effekte hin. So sind insbesondere für international tätige Unternehmen positive Standortwahleffekte einer guten Luftverkehrsanbindung zu identifizieren (*Button et al.*, 1995; *Hong*, 2007). Zudem liegen Hinweise auf die Anziehung ausländischer Direktinvestitionen durch eine gute Luftverkehrsanbindung vor (*Ciešlik*, 2005; *Kasarda, Green*, 2005; *Hong*, 2007).¹⁸ Da Luftverkehr schnellen Transport über lange Distanzen ermöglicht und ihm daher eine hohe Bedeutung für den Globalisierungsprozess zugemessen wird (*Hummels*, 2007), verwundern diese Ergebnisse nicht. Die Identifikation luftverkehrsinduzierter Beschäftigungs-, Produktivitäts- und Wachstumsimpulse ist vor diesem Hintergrund ebenfalls zu erwarten (*Tabelle 4*).

Wendet man sich den Messkonzepten für die Luftverkehrsanbindung zu, so ist im Gegensatz zu Analysen der Impulse des Straßenverkehrs eine starke Fokussierung auf die Transportebene feststellbar. In vielen Studien werden schließlich die Impulse des Passagier- bzw. Frachtaufkommens oder die Impulse der Flugbewegungszahl untersucht (*Tabelle 4*). Allerdings können auch diese Messkonzepte zu Ergebnisverzerrungen führen. Die Verwendung des Verkehrsaufkommens ist zur Erfassung der Luftverkehrsanbindung schließlich nur eingeschränkt geeignet, da das Verkehrsaufkommen ein Marktergebnis und nicht die angebotsinduzierte Luftverkehrskonnektivität abbildet (*Allroggen, Malina*, 2014). Die Interaktionspotentialeffekte eines Fluges mit hoher Nachfrage sind jedoch *ceteris paribus* nicht anders zu bewerten als die eines Fluges mit geringen Passagiervolumina.¹⁹ Wird daher statt des Luftverkehrsaufkommens auf die Zahl der Flugbewegungen zurückgegriffen, so kann nur die Konnektivität von Direktverbindungen erfasst werden. Die Anbindungseffekte von Flügen zu einem Drehkreuz, durch die viele Ziele mit einem Umstieg erreicht werden, lassen sich durch die Zahl der Flugbewegungen hingegen nicht abbilden.

Die Verwendung von Erreichbarkeitsindikatoren (*Matisziw, Grubestic*, 2010), die eine Modellierung der Luftverkehrskonnektivität unter Berücksichtigung von Umsteigeverbindungen ermöglicht, könnte die geschilderten Verzerrungen vermeiden. Ein Beispiel dafür liefert *IATA* (2007). Auch der Ansatz von *Yamaguchi* (2007), der Flugzeiten, Ticketkosten, Zeitkosten und Flugfrequenzen berücksichtigt, ist eine plausible Erweiterung der bisher verwendeten Messkonzepte.

¹⁸ Andere Untersuchungen identifizieren keine signifikanten Effekte (*Head, Ries*, 1996; *Cassidy, Andreosso-O'Callaghan*, 2006; *Yavan*, 2010).

¹⁹ Touristische Zielregionen, deren Anbindung häufig hohe Passagiervolumina erzeugt, weisen teils keine hohe Zielregionsattraktivität für die ökonomische Interaktion auf. Die Passagierzahl ist folglich ein potentiell verzerrter Indikator für die Zielregionsattraktivität. Die Bewertung der Zielregionsattraktivität ist somit konzeptionell von der Erfassung von Konnektivität zu trennen.

Tabelle 4: Empirische Untersuchungen der Bevölkerungs-, Beschäftigungs-, Kosten-, Produktivitäts- und Outputeffekte des Luftverkehrs

	Untersuchungs- einheit	Zeit- dimension	Messkonzept Luftverkehr	Abhängige Variable	Ergebnisse
<i>Button et al.</i> (1999)	321 US-Regionen	1994	Hub-Flughafen	Beschäftigung (<i>Hightech</i>)	Etwa 12.000 zusätzliche Arbeitsplätze in Hub-Städten
<i>Brueckner</i> (2003)	91 US-Metropolregionen	1996	Passagierzahl	Beschäftigung	Beschäftigungselastizität: <i>Dienstleistungen</i> : 0,10-0,13 <i>Industrie</i> : meist 0 <i>Gesamt</i> : 0,07-0,09
<i>Green</i> (2007)	83 US-Metropolregionen	1990 gegenüber 2000	Passagierzahl (<i>Gesamt- und Quellauflkommen</i>), Frachttonnage	Bevölkerungs- und Beschäftigungswachstum	+ <i>Frachtverkehr</i> : 0
<i>Percoco</i> (2010)	103 italienische Provinzen	2002	Passagierzahl, Flugbewegungen	Beschäftigung	+ (<i>Dienstleistungen</i>) Positive Spillover-Effekte
<i>Button, Yuan</i> (2013)	35 Flughäfen, 32 US-Metropolregionen	1990-2009	Luftfrachtaufkommen (<i>Quell-Ziel-Aufkommen</i>)	Einkommen; Beschäftigung	+
<i>Cohen, Morrison Paul</i> (2003)	48 US-Bundesstaaten	1982-1996	Flughafenkapital	Herstellungskosten	- Spillover-Effekte in verbundenen Staaten
<i>Cooper, Smith</i> (2005)	24 EU-Staaten	1994-2003	Luftverkehrsaufkommen (<i>je 1 € BIP</i>)	Totale Faktorproduktivität; Private Investitionen	+ +
<i>Cantos et al.</i> (2005)	Spanische Regionen	1965-1995	Flughafenkapital	Output	0 / + Hinweise auf Spillover-Effekte
<i>IATA</i> (2007)	47 Staaten	1996-2005	Konnektivitätsindex	Arbeitsproduktivität	+
<i>Yamaguchi</i> (2007)	47 japanische Präfekturen	1995 und 2000	Inländische Erreichbarkeit im Luftverkehr (<i>Ticketkosten, Zeitkosten und Flugfrequenz</i>)	Output	+ (<i>insbes. Metropolregionen</i>)
<i>Fedderke, Bogetić</i> (2009)	22 südafrikanische Industriezweige	1970-1993	Passagierzahl	Arbeitsproduktivität; Totale Faktorproduktivität	+
<i>Sellner, Nagl</i> (2010)	EU-15	1993-2006	Passagierzahl	Output; Investitionen	<i>Outputelastizität</i> : 0,014 <i>Investitionselastizität</i> : 0,051
<i>Hong et al.</i> (2011)	31 chinesische Provinzen	1998-2007	Luftverkehrsfaktor (<i>Flughafendichte, Terminalfläche, Start- und Landebahnsystem</i>)	Outputwachstum	Meist 0
<i>Allroggen, Malina</i> (2014)	11 deutsche Flughafenregionen	1997-2006	Flugbewegungen (<i>Linie</i>), Flughafenkapital	Output	<i>Heterogene Effekte</i> : Abhängig von der Flughafen- größe und Verkehrsgüte

+ *signifikant positive Effekte*0 *keine signifikanten Effekte*- *signifikant negative Effekte*

3.2.2.2 Räumliche Struktur der ökonomischen Effekte

Flughäfen sind Zugangspunkte zum Luftverkehr, die zumindest in bestimmten Größenbereichen Economies of Scale und Economies of Density aufweisen (*Pels et al.*, 2001; *Pels et al.*, 2003). Ferner müssen Fluggesellschaften die Luftverkehrsnachfrage bündeln, um Luftverkehrsangebote bereitstellen zu können. Betrachtet man einen Untersuchungsraum in einer feingliedrigen Regionsstruktur, so sollte ein Flughafen daher aus volkswirtschaftlicher Perspektive Luftverkehrsangebote für viele Regionen bereitstellen. Diese überregionale Bedeutung von Flughäfen illustriert *Lieshout* (2012) anhand von Passagierströmen. Regionen in Flughafennähe und ohne eigenen Flughafen haben somit ebenfalls eine Luftverkehrsanbindung, die unter Berücksichtigung des Flughafenzugangs mithilfe von Erreichbarkeitsindikatoren im Luftverkehrsnetz abgebildet werden könnte. Diese überregionale Konnektivität wird in vielen Analysen jedoch nicht berücksichtigt und ist eine mögliche Ursache von Verzerrungen. Schließlich begründet die überregionale Bedeutung von Flughäfen die Existenz positiver Spillover-Effekte.

Analog zum Straßenverkehr kann ein verbessertes Luftverkehrsangebot auch negative Spillover-Effekte aufgrund von Unternehmensverlagerungen zugunsten des Flughafenumfeldes und zulasten anderer Regionen auslösen. Negative Spillover-Effekte entstehen ferner, wenn Verkehrsangebote von einem Flughafen zu einem anderen verlagert werden oder wenn infolge neuer Luftverkehrsangebote an einem Flughafen vergleichbare Luftverkehrsangebote an einem anderen Flughafen eingestellt werden.

In empirischen Analysen werden positive Spillover-Effekte gemessen, wenn die Effekte der überregionalen Flughafenbedeutung größer sind als die Verlagerungseffekte. *Percoco* (2010) liefert Hinweise für dieses Szenario. Für das gegenteilige Szenario liegen hingegen allenfalls bei *Cantos et al.* (2005) schwache Hinweise vor. Diese empirischen Befunde widersprechen der Existenz der Wirkungsmechanismen, die zu negativen Spillover-Effekten führen, jedoch nicht. Wenn die Erreichbarkeitsmaße im Luftverkehr um den Flughafenzugang erweitert würden, ließen sich die Standortverlagerungseffekte von den Effekten der überregionalen Flughafenbedeutung separieren und jeweils gesondert analysieren.

3.2.3 Schienenverkehr

Schiene wird nahezu ausschließlich von Dritten bereitgestellt. Seine Interaktionspotentialeffekte resultieren somit analog zum Luftverkehr aus direkten Transportangebotseffekten (*Kapitel 2.2.2*) sowie aus infrastruktur- (*Kapitel 2.2.1*) und überlastungsinduzierten Transportangebotseffekten (*Kapitel 2.2.3*). Schieneninfrastrukturprojekte lösen folglich nur dann Interaktionspotentialeffekte aus, wenn infolge der Infrastrukturmaßnahme die Personenverkehrsangebote verbessert werden. Es wäre daher zu erwarten, dass Analysen der ökonomischen Impulse des Schienenpersonenverkehrs auf die Transportebene fokussiert sind.

Signifikante Anteile des *Schienengüterverkehrs* werden hingegen von den Interagierenden selbst produziert oder unmittelbar in Auftrag gegeben.²⁰ Wie im Straßenverkehr können im Schienengüterverkehr folglich direkte Infrastruktureffekte (*Kapitel 2.2.1*) sowie direkte (*Kapitel 2.2.3*) und infrastrukturinduzierte Überlastungseffekte (*Kapitel 2.2.1*) entstehen. Es wäre daher zu vermuten, dass Schieneninfrastruktur, Schieneninfrastrukturüberlastung und institutionelle Hürden der Produktion von Schienengüterverkehrsleistungen im Mittelpunkt von Analysen der Impulse des Schienengüterverkehrs stehen.

Mithilfe des Konzepts der „Social Savings“ (*SoSa*) (*Fogel, 1964*) haben Wirtschaftshistoriker implizit die Transportkostensparnisse des gesamten Schienenverkehrssystems infolge des Schienennetzaufbaus im 19. Jahrhundert untersucht:

$$SoSa = (p_{CF} - p_{Rail}) \cdot q_{CF}, \quad (14)$$

wobei p_{CF} und p_{Rail} die Kosten für Verkehrsleistungen ohne bzw. mit Eisenbahnnetz sowie q_{CF} das Transportaufkommen sind.²¹ Die Ergebnisse dieser Analysen deuten darauf hin, dass der Aufbau eines Eisenbahnnetzes hohe gesellschaftliche Ersparnisse verursacht (*Tabelle 5*), die gemäß *Kapitel 2* weitere Effekte anstoßen dürften.

Da Unternehmen von den Interaktionspotentialeffekten des Bahnverkehrs profitieren könnten, müsste die Verfügbarkeit von Bahnverkehr das Standortwahlverhalten gewinnmaximierender Unternehmen beeinflussen. Dies bestätigen die Ergebnisse von *Button et al. (1995)* und *Melo et al. (2010)*. *Van Dijk* und *Pellenbarg (2000)* stellen hingegen keinen Effekt der Bahnanbindung auf Standortverlagerungen fest. Dieses Ergebnis ist zum einen kongruent zu *Button et al. (1995)*, die zwar positive Standortwahleffekte der Verkehrsanbindung isolieren, aber nur sehr wenige Standortverlagerungen aufgrund schlechter Verkehrsanbindung identifizieren können. Zum anderen könnte es auf eine sehr gute flächendeckende Bahnanbindung in den Niederlanden hinweisen, sodass die Bahnanbindung für einzelne Standorte keine Entscheidungsrelevanz besitzt. Empirische Hinweise auf abnehmende Grenzerträge der Schieneninfrastruktur untermauern die Relevanz der zuletzt genannten Argumentation (*Tabelle 5*). Trotz potentiell abnehmender Grenzerträge der Schienenverkehrsanbindung deuten die Ergebnisse zahlreicher Studien jedoch noch immer darauf hin, dass die Schienenanbindung die Bevölkerungsentwicklung fördert sowie signifikante Produktivitäts- und Wachstumseffekte auslöst (*Tabelle 5*).

Da der Zugang zum Bahnnetz nur an Bahnhöfen²² möglich ist, ist ihre Existenz eine Voraussetzung dafür, dass der Bahnverkehr Interaktionspotentialeffekte auslösen kann. Einige

²⁰ So wurden im Jahr 2010 rund 69 % des Güteraufkommens für die Montanindustrie, das von der DB Schenker Rail Deutschland AG befördert wurde, mit Ganzzügen abgewickelt (*DB Schenker Rail Deutschland, 2011*). Diese Züge werden häufig von den Interagierenden unmittelbar beauftragt.

²¹ An diesem Vorgehen gibt es erhebliche Kritik (*McClelland, 1972*). Hinzuweisen ist insbesondere auf die Definition des konterfaktischen Ereignisses.

²² Zur Vereinfachung werden im Folgenden Gleisanschlüsse und Frachterminals ebenfalls als „Bahnhöfe“ bezeichnet.

Studien (Tabelle 5) modellieren daher die Interaktionspotentialeffekte des Bahnverkehrs mithilfe der Bahnfahrplanverfügbarkeit. Weil in Bahnhofsnähe ferner höhere Unternehmensgewinne zu erwarten wären, müssten dort *ceteris paribus* höhere Immobilienpreise beobachtbar sein. Diese These wird in vielen empirischen Studien bestätigt (Andersson *et al.*, 2010; Debrezion *et al.*, 2007; Debrezion *et al.*, 2011; Mayor *et al.*, 2012).²³ Da die Immobilienpreiseffekte für Gewerbeimmobilien im unmittelbaren Bahnhofsumfeld tendenziell am höchsten sind (Debrezion *et al.*, 2007), dürften sich ferner die positiven ökonomischen Effekte einer verbesserten Schienenanbindung auf das Bahnhofsumfeld konzentrieren.

Maßnahmen, die das Bahnnetz stärken, können aufgrund von Netzwerkeffekten ökonomische Impulse an Orten verursachen, die weit vom Investitionsobjekt entfernt sind. Dies illustriert Gutiérrez (2001) am Beispiel der Entwicklung von Hochgeschwindigkeitsbahnverkehr in Spanien. Wenn Unternehmensverlagerungen diese Effekte nicht dominieren, so erklärt diese räumliche Streuung empirische Hinweise auf positive Spillover-Effekte (Cantos *et al.*, 2005; Melo *et al.*, 2010). Diese positiven Spillover-Effekte dürften jedoch in Bahnhofsnähe konzentriert sein (Gutiérrez *et al.*, 2001), weil nur dort der Netzzugang gewährleistet ist.

Zusammenfassend betrachtet wird die Schienenverkehrsanbindung in vielen Analysen durch die Schieneninfrastrukturausstattung und die Bahnfahrplanverfügbarkeit abgebildet (Tabelle 5). Wie oben dargestellt, ist diese Modellierung jedoch allenfalls für den Schienengüterverkehr zutreffend, solange analog zum Straßenverkehr keine beachtenswerten Beschränkungen der Produktion von Schienengüterverkehrsleistungen existieren. Sollten hingegen institutionelle Hürden die Produktion von Schienengüterverkehr einschränken oder Überlastungserscheinungen des Schienenverkehrsnetzes vorliegen, so müssen diese Schranken und Überfüllungserscheinungen explizit modelliert werden, um verzerrte Schätzergebnisse zu vermeiden.

Im Schienenpersonenverkehr kann die Schienenanbindung hingegen nur dann mithilfe der Schieneninfrastruktur approximiert werden, wenn Schieneninfrastrukturinvestitionen in gleichem Umfang zu Verbesserungen des Schienenverkehrsangebots führen. Diese Annahme wäre allenfalls für überfüllte Streckenabschnitte oder für private und vertikal integrierte Bahnunternehmen plausibel, die zusätzliche Infrastrukturkosten durch den Verkauf von Verkehrsleistungen decken müssen. Ferner ist die Bahnfahrplanverfügbarkeit nur dann ein geeigneter Indikator zur Approximation der Schienenpersonenverkehrsanbindung, wenn das Fahrplanangebot der Bahnhöfe homogen wäre. Zur Erfassung der ökonomischen Effekte des Schienenpersonenverkehrs sollten folglich die Angebotsgüte gemäß Fahrplan und der Bahnhofszugang berücksichtigt werden. Dazu lassen sich analog zum Luftverkehr Erreichbarkeitsindikatoren verwenden.

²³ Auch Analysen mit insignifikanten Ergebnissen liegen vor (Ahlfeldt, 2011).

Tabelle 5: Empirische Untersuchungen der „Social Savings“, der Bevölkerungseffekte sowie der Wachstums- und Produktivitätseffekte des Schienenverkehrs

	Untersuchungs- einheit	Zeit- dimension	Messkonzept Schienenverkehr	Abhängige Variable	Ergebnisse
<i>Fogel</i> (1964)	USA	1890	Transportkostener- sparnisse	Gesamtwirtschaftliche Ersparnisse	4-5 % des BIP
<i>Summerhill</i> (2005)	Brasilien	1913	Transportkostener- sparnisse	Gesamtwirtschaftliche Ersparnisse	Volkswirtschaftliche Rendite: 17,9-23,1 %
<i>Herranz- Loncán</i> (2006)	Spanien	1850-1912	Transportkostener- sparnisse, Produktivi- tätseffekte	Gesamtwirtschaftliche Ersparnisse	5-11 % des BIP
<i>Herranz- Loncán</i> (2011)	Uruguay	1912-1913	Transportkostener- sparnisse	Gesamtwirtschaftliche Ersparnisse	3,1 % des BIP
<i>Bollinger, Ihlanfeldt</i> (1997)	299 Zensusregi- onen in Atlanta	1980-1990	Nahverkehrsbahnhof innerhalb einer Viertelmeile (<i>Dummy</i>)	Bevölkerungswachstum; Beschäftigungswachstum	0
<i>Atack et al.</i> (2010)	278 US-Kreise (<i>Mittlerer Westen</i>)	1850-1860	Schienezugang (<i>Dummy</i>)	Bevölkerungsdichte	+
<i>Gregory, Hennenberg</i> (2010)	Britische Ge- meinden	1841-1901 (10-jährig)	Bahnhofsverfügbar- keit	Bevölkerungswachstum	+
<i>Suzuki, Muromachi</i> (2010)	Japan (380.841 Zellen)	2000 und 1970-2000 (5-jährig)	Distanz zu einem Bahnhof	Bevölkerungsdichte	Weitgehend -
<i>Garica-López</i> (2012)	3.182 Zensusregi- onen in/um Barcelona	1991- 2001/2006 (Verände- rung)	Bahnhofsnahe	Veränderung der Bevölke- rungsdichte	+ (insbesondere an dezentralen Orten)
<i>Crafts</i> (2004)	Großbritannien	1830-1910	Transportkostener- sparnisse	Totale Faktorproduktivität	Jährliche Zunahme um 0,02-0,14 %
<i>Cantos et al.</i> (2005)	Spanische Regionen	1965-1995	Infrastrukturkapital	Output	Meist + Positive Spillover- Effekte
<i>Bronzini, Piselli</i> (2009)	Italienische Regionen	1980-2001	Schielenkapitalstock	Output	Outputelastizität: 0,09
<i>Fedderke, Bogetic</i> (2009)	22 südafrikani- sche Industrie- zweige	1970-1993	Länge Schienennetz; Fahrzeugbestand; Verkehrszahlen	Arbeitsproduktivität; Totale Faktorproduktivität	+
<i>Hong et al.</i> (2011)	31 chinesische Provinzen	1998-2007	Landgebundene Transportinfrastruktur (<i>Straßendichte und Schienennetzdichte</i>)	Outputwachstum	+ Abnehmende Outpu- telastizität

+ *signifikant positive Effekte* 0 *keine signifikanten Effekte* - *signifikant negative Effekte*

3.2.4 (See-)Schifffahrt

Abseits von Freizeitverkehr wird in der (See-)Schifffahrt vorwiegend Güterverkehr durchgeführt. Anhand empirischer Analysen lassen sich die Charakteristika der Fracht-(see-)schifffahrt identifizieren, die ihre Interaktionspotentialeffekte begründen:²⁴

- **Häfen** sind Zugangspunkte zum Schiffsverkehr, die an Wasserstraßen angeschlossen sein müssen. Ohne Wasserstraßenzugang hat eine Region folglich keinen unmittelbaren Zugang zur Schifffahrt, sodass Transportkostennachteile bestehen. Empirische Hinweise für den Einfluss des Küstenzugangs auf Handelskosten isolieren *Limão* und *Venables* (2001). Sie zeigen jedoch auch auf, dass eine leistungsfähige Hafenanbindung diesen Lagenachteil vermindern kann.
Da Häfen Teil der Transportkette sind, können ihre Qualität und Effizienz die Kosten des Schiffstransports beeinflussen. Empirische Studien bestätigen diese Hypothese sowohl im Hinblick auf die Ausprägung der Hafeninfrasturktur (*Wilmsmeier, Hoffmann, 2008*)²⁵ als auch im Hinblick auf die Hafeneffizienz (*Sánchez et al., 2003; Clark et al., 2004*). Daher ist davon auszugehen, dass Infrastrukturprojekte in Häfen direkte Infrastruktureffekte sowie infrastrukturinduzierte Transportangebots- und Überlastungseffekte (*Kapitel 2.2.1*) auslösen.
- Die Frachtschifffahrt wird teilweise nach **Fahrplänen** und in **Netzwerken** durchgeführt (*Ducruet et al., 2010*). Daher identifizieren *Wilmsmeier* und *Martínez-Zarzoso* (2010) die Zentralität eines Hafens innerhalb von Schifffahrtsnetzwerken²⁶ als wesentliche Determinante der Kosten des Schiffstransports. Folglich resultieren die Interaktionspotentialeffekte der Schifffahrt unter anderem aus direkten Transportangebotseffekten (*Kapitel 2.2.2*). Hafeninvestitionen entfalten zudem dann ihre vollen Interaktionspotentialeffekte, wenn sie eine Verkehrsangebotsverbesserung auslösen (infrastrukturinduzierter Transportangebotseffekt).
- **Infrastrukturüberfüllung** kann in der Seeschifffahrt vornehmlich in Häfen auftreten. Die resultierenden Interaktionspotentialeffekte werden zwar von *Sánchez et al.* (2003) in einem Hafeneffizienzkonstrukt berücksichtigt, jedoch nicht gesondert empirisch analysiert. Dennoch ist davon auszugehen, dass Maßnahmen in Häfen direkte und infrastrukturinduzierte Überlastungseffekte sowie überlastungsinduzierte Transportangebotseffekte auslösen können.

²⁴ Einige Variablen wie die Transportdistanz oder Gütereigenschaften (z. B. das Wert-Gewicht-Verhältnis) werden hier nicht berücksichtigt, da sie Charakteristika einer Interaktionsbeziehung sind und somit nicht durch das Verkehrssystem beeinflusst werden.

²⁵ Die Autoren berücksichtigen ein Konstrukt aus Umschlagsflächen, Kaimauerlänge und Wassertiefe.

²⁶ Die Zentralität messen sie anhand eines Konstrukts, das die Kapazitäten, Verkehrsangebote und eingesetzten Schiffe berücksichtigt.

- **Institutionelle Einschränkungen der Schifffahrt und eine unzureichende Unterbindung von wettbewerbsschädlichem Verhalten** der Reedereien können die Transportkosten erhöhen. Entsprechende empirische Hinweise liegen vor (*Wilmsmeier, Hoffmann, 2008*), sind aber umstritten (*Clark et al., 2004*).

Aufgrund ihres Einflusses auf die Transportkosten und die Interaktionspotentiale können diese Transportkostendeterminanten Interaktionsströme wie den Handel beeinflussen. So isolieren *Limão und Venables (2001)* geringere Handelsvolumina infolge eines fehlenden Küstenzugangs und diskutieren infrastrukturelle Maßnahmen, die den Küstenzugang verbessern, als Instrument zur Verringerung der Interaktionswiderstände. Auch die negativen Einflüsse geringer Hafeneffizienz auf Handelsströme werden empirisch bestätigt (*Blonigen, Wilson, 2008; Clark et al., 2004; Wilson et al., 2005*).

Tabelle 6: Ausländische Direktinvestitionen (FDI), Standortwahlentscheidungen bei ausländischen Direktinvestitionen und Schifffahrt

	Untersuchungs- einheit	Zeit- dimension	Messkonzept Schifffahrt	Untersuchungs- gegenstand	Ergebnisse
<i>Head, Ries (1996)</i>	931 FDI-Projekte in 54 chinesischen Städten	1984-1991	Liegeplatzzahl (<i>Schiffe >10.000 t Kapazität</i>)	Standortwahlverhalten	+ Schienenanbindung für Standorte ohne Hafen: +
<i>Cieřlik (2005)</i>	49 polnische Regionen	1993-1998	Hafenverfügbarkeit (<i>Dummy</i>)	Zahl der FDI-Projekte	0/+
<i>Cassidy, Andreosso-O'Callaghan (2006)</i>	30 chinesische Provinzen	1996	Wasserstraßendichte (<i>Binnenwasserstraßen</i>); Küstenzugang (<i>Dummy</i>)	FDI-Volumen japanischer Unternehmen	+
<i>Hong (2007)</i>	Logistikfirmen in China	2001	Tiefwasserliegeplätze (<i>Dummy</i>)	Standortwahlverhalten	+
<i>Cheng (2008)</i>	Etwa 1.950 japanische FDI-Projekte in China	1992-2002	Liegeplatzzahl (<i>Schiffe >10.000 t Kapazität</i>)	Standortwahlverhalten	+
<i>Ledyeva (2009)</i>	74 russische Regionen	1996-1998; 1999-2002; 2003-2005 (jeweils kumuliert)	Zahl der Seehäfen	FDI-Volumen	+ Zunehmender Wettbewerb um FDI zwischen benachbarten Regionen mit Häfen
<i>Yavan (2010)</i>	81 türkische Provinzen	1996-2003	Hafenverfügbarkeit (<i>Dummy</i>)	Zahl der FDI-Projekte	0
<i>Imbriani et al. (2012)</i>	Gemeinden in Emilia Romagna (Italien)	2002-2007	Hafenverfügbarkeit (<i>Dummy</i>)	Zahl der FDI-Projekte	0 / - (<i>schwach</i>)

+ *signifikant positive Effekte*

0 *keine signifikanten Effekte*

- *signifikant negative Effekte*

Weil der Schiffsverkehr für den Welthandel von signifikanter Bedeutung ist (Hummels, 2007), ist zudem ein positiver Effekt leistungsfähiger Schiffsverkehrsmöglichkeiten auf das Standortwahlverhalten gewinnmaximierender Unternehmen zu erwarten. Dieser Hypothese entsprechend ist die Hafenverfügbarkeit in vielen empirischen Studien als Determinante des Standortwahlverhaltens identifiziert worden (Tabelle 6). Ferner sind infolge von Interaktionsmöglichkeiten, die durch die Schifffahrt geschaffen werden, positive Einflüsse auf Beschäftigung und wirtschaftliche Entwicklung zu erwarten. Die Ergebnisse empirischer Untersuchungen sprechen dafür, dass derartige Wachstums- und Beschäftigungseffekte existieren (Tabelle 7).

Tabelle 7: Empirische Untersuchungen der Beschäftigungseffekte sowie der Wachstums- und Produktivitätseffekte des Schiffsverkehrs

	Untersuchungseinheit	Zeitdimension	Messkonzept Schifffahrt	Abhängige Variable	Ergebnisse
<i>Ferrari et al.</i> (2010)	103 italienische Provinzen	2003	Frachturnschlag; Containerumschlag; Massengutumschlag	Beschäftigung	+
<i>Bottasso et al.</i> (2013)	562 europäische Regionen (10 Länder)	2000-2006	Umschlagvolumen	Beschäftigung	+
<i>Forslund, Johansson</i> (1995)	284 schwedische Kommunen	1980/1988	Hafenkapazität gewichtet mit der negativ-exponentiellen Hafenanreisezeit im Straßenverkehr	Output	+
<i>Cantos et al.</i> (2005)	Spanische Regionen	1965-1995	Hafenkapital	Privater Output	0/- (nur eigene Hafeninfrastruktur) + (auch andere Häfen)
<i>Fedderke, Bogetic</i> (2009)	22 südafrikanische Industriezweige	1970-1993	Güterumschlag	Arbeitsproduktivität; TFP	- +
<i>Hong et al.</i> (2011)	31 chinesische Provinzen	1998-2007	Schifffahrtsinfrastruktur (Liegeplätze und Distanz zu Häfen)	Outputwachstum	+

+ signifikant positive Effekte 0 keine signifikanten Effekte - signifikant negative Effekte

Aus den Tabellen 6 und 7 ist ersichtlich, dass zur Identifikation der ökonomischen Effekte der Schifffahrt bisher kein einheitliches Messkonzept für die Schifffahrtsanbindung verwendet wurde. In vielen Analysen sind entweder die binär kodierte Hafenverfügbarkeit oder detaillierte Variablen zur Erfassung der Hafeninfrastruktur aufgenommen worden. Da Schiffsverkehr teils individuell beauftragt wird, ist die Berücksichtigung derartiger Maßzahlen notwendig. Die Konnektivität von Schifffahrtsleistungen, die Reedereien nach Fahrplänen erstellen, wird durch diese Messkonzepte jedoch nicht abgebildet. Frachturnschlagsdaten, die in einigen Studien verwendet werden, sind dafür ebenfalls nur eingeschränkt

geeignet. Schließlich spiegeln sie analog zu Passagierzahlen im Luftverkehr Marktgleichgewichte anstelle der angebotsinduzierten Schifffahrtskonnektivität wider. Die Verwendung von Erreichbarkeitsmaßen, die auf Fahrplänen von Reedereien basieren, könnte daher in zukünftigen Analysen differenziertere Aussagen zur Bedeutung der Schifffahrt für die ökonomische Entwicklung liefern.

Darüber hinaus erfassen viele Analysen die überregionale Bedeutung von Häfen und ihrer Seeverkehrsanbindung für das Hafenhinterland nicht, weil Häfen bei einer kleinräumigen Regionsstruktur nur der Hafenregion zugerechnet werden. Positive Spillover-Effekte, die aufgrund der überregionalen Bedeutung von Seehäfen bestehen könnten (Cantos *et al.*, 2005), bleiben somit oft unberücksichtigt und könnten die Analyseergebnisse verzerren. Forslund und Johansson (1995) zeigen eine Möglichkeit für die Modellierung der überregionalen Hafenerreichbarkeit auf, die um die Abbildung fahrplanmäßiger Verkehrsangebote von Reedereien erweitert werden könnte.

4. Fazit

In zahlreichen empirischen Analysen wurden bereits Hinweise identifiziert, dass Verbesserungen des Verkehrssystems zu signifikanten ökonomischen Impulsen führen. Dies gilt im Speziellen für Verkehrsinfrastrukturinvestitionen sowie für Verbesserungen des Straßenverkehrs, des Schienenverkehrs, des Luftverkehrs und der (See-)Schifffahrt. Da die Wirkungsmechanismen, die diese Impulse anstoßen, jedoch zwischen den Verkehrsträgern variieren, werden in den vorliegenden empirischen Studien verschiedenartige Messkonzepte für die Verkehrsträger verwendet. So wird die Luftverkehrsanbindung vorwiegend durch die Verkehrsangebote von Fluggesellschaften erfasst, während im Straßenverkehr vornehmlich die Effekte von Straßeninfrastrukturinvestitionen und von Staus untersucht werden. Diese Unterschiede können teilweise mithilfe eines verkehrsträgerübergreifenden Interaktionspotentialmodells erklärt werden. Durch die Verwendung von Erreichbarkeitsindikatoren ließen sich die Messkonzepte jedoch auch zukünftig verbessern. Schließlich sind Erreichbarkeitsindikatoren dazu geeignet, die Leistungsfähigkeit von Verkehrsangeboten Dritter sowie intramodale und intermodale Netzwerkstrukturen zu erfassen.

Intermodale Verflechtungen zwischen den Verkehrsträgern deuten zudem darauf hin, dass die ökonomischen Effekte einzelner Verkehrsträger nicht isoliert betrachtet werden sollten. Da eine Region, die eine gute Erreichbarkeit anstrebt, meist nicht nur einen Verkehrsträger fördern wird, sind ansonsten Verzerrungen der Schätzergebnisse aufgrund fehlender exogener Variablen zu erwarten. Nur wenige Ansätze berücksichtigen dies bisher. Weitere Verzerrungseffekte könnten daraus resultieren, dass andere Determinanten der Produktionsmöglichkeiten im Verkehrssektor, etwa seine Regulierung, bisher häufig nicht erfasst wurden.

Dieser Beitrag liefert somit Hinweise darauf, dass die Untersuchungen potentieller verkehrsinduzierter Entwicklungsimpulse weiterzuentwickeln sind. Neben den Fragen zur Modellierung und Messung der Verkehrsanbindung ist zu erörtern, unter welchen wirt-

schaftlichen und institutionellen Rahmenbedingungen Verbesserungen des Verkehrssystems zu Wachstumsimpulsen führen. Gemäß *Banister* und *Berechman* (2001) ist dazu eine hohe wirtschaftliche Dynamik und ein geeignetes institutionelles Umfeld erforderlich. Empirische Untersuchungen dieser Rahmenbedingungen wären folglich von hoher wirtschaftspolitischer Relevanz. Schließlich könnte mithilfe solcher Analysen vor dem Hintergrund regionaler Besonderheiten geprüft werden, ob Verbesserungen des Verkehrssystems zur Förderung (regionaler) wirtschaftlicher Entwicklung geeignet sind.

Danksagung

Der Autor dankt Frauke Fischer, Robert Malina und Karl-Hans Hartwig für wertvolle Hinweise zu früheren Versionen des Papiers sowie der Erich-Becker-Stiftung für die Unterstützung seiner Arbeit.

Abstract

There is wide-spread empirical evidence that a well-established transport system contributes to economic growth. In this paper, a model, which analyzes the impact of transport on the impedance for economic interaction, is used to assess the causal relationships between the transport system and economic development. This model is applied to identify the characteristics of road transport, rail transport, air transport and maritime shipping that cause transport-induced growth effects. With the help of these results, the paper reviews available empirical evidence on the growth contribution of transport.

LITERATURVERZEICHNIS

- Aaron, H.J. (1990), Why is infrastructure important? In: Munnell, A.H (Hrsg.): Is there a shortfall in public capital investment? 51-62.
- Ahlfeldt, G.M. (2011), The train has left the station: Do markets value intracity access to intercity rail connections, *German Economic Review*, 12. Jg., Nr. 3, 312-335.
- Allroggen, F., Malina, R. (2014), Do the regional growth effects of air transport differ among airports? *Journal of Air Transport Management*, 37. Jg., 1-4.
- Álvarez-Ayuso, I.C., Delgado-Rodriguez, M.J. (2012), High-capacity road networks and spatial spillovers in Spanish regions, *Journal of Transport Economics and Policy*, 46. Jg., Nr. 2, 281-292.
- Andersson, D.E., Shyr, O.F., Fu, J. (2010), Does high-speed rail accessibility influence residential property prices? Hedonic estimates from southern Taiwan, *Journal of Transport Geography*, 18. Jg., Nr. 1, 166-174.
- Anderson, J.E., van Wincoop, E. (2004), Trade costs, *Journal of Economic Literature*, 42. Jg., 691-751.
- Aschauer, D.A. (1989), Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, 23 Jg., Nr. 2, 177-200.
- Aschauer, D.A. (1990), Highway capacity and economic growth, *Economic Perspectives*, Sep. 1990, 14-24.
- Atack, J., Bateman, F., Haines, M., Margo, R.A. (2010), Did railroads induce or follow economic growth? Urbanization and population growth in the American Midwest 1850-1860, *Social Science History*, 34. Jg., Nr. 2, 171-197.
- Baum, C.L. (2009), The effects of vehicle ownership on employment, *Journal of Urban Economics*, 66. Jg., Nr. 3, 151-163.
- Banister, D., Berechman, Y. (2001), Transport investment and the promotion of economic growth, *Journal of Transport Geography*, 9. Jg., Nr. 3, 209-218.
- Baldwin, J.R., Gu, W. (2004), Trade liberalization: Export-market participation, productivity growth and innovation, *Oxford Review of Economic Policy*, 20. Jg., Nr. 3, 372-392.
- Belloc, M., Vertova, P. (2006), Public investment and economic performance in highly indebted countries: An empirical assessment, *International Review of Applied Economics*, 20. Jg., 151-170.
- Berechman, J., Ozmen, D., Ozbay, K. (2006), Empirical analysis of transportation investment and economic development at state, county and municipality levels, *Transportation*, 33. Jg., Nr. 6, 537-551.
- Bhatta, S.D., Drennan, M.P. (2003), The economic benefits of public transportation: A review of recent literature, *Journal of Planning Education and Research*, 22. Jg., 288-296.

- Bloningen, B.A., Wilson, W.W. (2008), Port efficiency and trade flows, *Review of International Economics*, 16. Jg., Nr. 1, 21-36.
- BMVBS [Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung] (2012), Verkehr in Zahlen 2011/2012, 40. Jg., Hamburg.
- BMVBS [Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung] (2013), Grundkonzeption für den Bundesverkehrswegeplan 2015, Entwurf. Berlin.
- Boarnet, M.G. (1997), Infrastructure services and the productivity of public capital: The case of streets and highways, *National Tax Journal*, 50. Jg., Nr. 1, 39-57.
- Boarnet, M.G. (1998), Spillovers and the locational effects of public infrastructure, *Journal of Regional Science*, 38. Jg., Nr. 3, 381-400.
- Bollinger, C.R., Ihlanfeldt, K.R. (1997), The impact of rapid rail transit on economic development. The case of Atlanta's MARTA, *Journal of Urban Economics*, 42. Jg., Nr. 2, 179-204.
- Bom, P.R.D., Lighthart, J. (2008), How productive is public capital? A Meta-Analysis. CESifo Working Paper No.2206 / CentER Discussion Paper No. 2008-10, Tilburg.
- Bottasso, A., Conti, M. (2010), The productive effect of transport infrastructures: Does road transport liberalization matter? *Journal of Regulatory Economics*, 38. Jg., Nr. 1, 27-48.
- Bottasso, A., Conti, M., Ferrari, F., Merk, O., Tei, A. (2013), The impact of port throughput on local employment: Evidence from a panel of European regions, *Transport Policy*, 27. Jg., 32-38.
- Bougheas, S., Demetriades, P.O., Morgenroth, E.L.W. (1999), Infrastructure, transport costs and trade, *Journal of International Economics*, 47. Jg., Nr. 1, 169-189.
- Bronzini, R., Piselli, P. (2009), Determinants of long-run regional productivity with geographical spillovers: The role of R&D, human capital and public infrastructure, *Regional Science and Urban Economics*, 39. Jg., Nr. 2, 187-199.
- Brueckner, J.K. (2003), Airline traffic and urban economic development, *Urban Studies*, 40. Jg., Nr. 8, 1455-1469.
- Button, K., Lall, S., Stough, R., Trice, M. (1999), High-technology employment and hub airports, *Journal of Air Transport Management*, 5. Jg., Nr. 1, 53-59.
- Button, K., Leitham, S., McQuaid, R.W., Nelson, J.D. (1995), Transport and industrial and commercial location, *The Annals of Regional Science*, 29. Jg., 189-206.
- Button, K., Yuan, J. (2013), Airfreight transport and economic development: An examination of causality, *Urban Studies*, 50. Jg., Nr. 2, 329-340.
- Cadot, O., Röller, L.-H., Stephan, A. (2006), Contribution to productivity or pork barrel? The two faces of infrastructure investment, *Journal of Public Economics*, 90. Jg., 1133-1153.

- Calderón, C., Moral-Benito, E., Servén, L. (2011), Is infrastructure capital productive? A dynamic heterogenous approach, *World Bank Policy Research Working Paper WPS 5682*.
- Cantos, P., Gumbau-Albert, M., Maudos, J. (2005), Transport infrastructures, spillover effects and regional growth: Evidence of the Spanish case, *Transport Reviews*, 25. Jg., Nr. 1, 25-50.
- Cassidy, J.F., Andreosso-O'Callaghan, B. (2006), Spatial determinants of Japanese FDI in China, *Japan and the World Economy*, 18. Jg., Nr. 4, 512-527.
- Chen, N., Imbs, J., Scott, A. (2009), The dynamics of trade and competition, *Journal of International Economics*, 77. Jg., Nr. 1, 50-62.
- Cheng, S. (2008), How can western China attract FDI? A case of Japanese investment, *The Annals of Regional Science*, 42. Jg., Nr. 2, 357-374.
- Cieślak, A. (2005), Regional characteristics and the location of foreign firms within Poland, *Applied Economics*, 37. Jg., Nr. 8, 863-874.
- Clark, X., Dollar, D., Micco, A. (2004), Port efficiency, maritime transport costs and bilateral trade, *Journal of Development Economics*, 75. Jg., Nr. 2, 417-450.
- Cohen, J.P., Morrison Paul, C.J. (2003), Airport infrastructure spillovers in a network system, *Journal of Urban Economics*, 54. Jg., Nr. 3, 459-473.
- Conway, P., Nicoletti, G. (2006), Product market regulation in the non-manufacturing sectors of OECD Countries: Measurement and highlights, *OECD Economics Department Working Papers*, No. 530.
- Cooper, A., Smith, P. (2005): The economic catalytic effects of air transport in Europe, Report prepared for Eurocontrol, Oxford.
- Crafts, N. (2004), Steam as a general purpose technology: A growth accounting perspective, *The Economic Journal*, 114. Jg., Nr. 495, 338-351.
- Crescenzi, R., Rodríguez-Pose, A. (2012), Infrastructure and regional growth in the European Union, *Papers in Regional Science*, 91. Jg., Nr. 3, 487-513.
- Crowder, W.J., Himarios, D. (1997), Balanced growth and public capital: An empirical analysis, *Applied Economics*, 29. Jg., 1045-1053.
- DB Schenker Rail Deutschland AG (2011), DB Schenker: Ihr Spezialist für Stahltransporte auf der Schiene, Mainz.
- Debrezion, G., Pels, E., Rietveld, P. (2007), The impact of railway stations on residential and commercial property value: A meta-analysis, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 35. Jg., Nr. 2, 161-180.
- Debrezion, G., Pels, E., Rietveld, P. (2011), The impact of rail transport on real estate prices: An empirical analysis of the Dutch housing market, *Urban Studies*, 48. Jg., Nr. 5, 997-1015.

- Delgado, M.J., Álvarez, I. (2007), Network infrastructure spillover in private productive sectors: Evidence from Spanish high capacity roads, *Applied Economics*, 39. Jg., Nr. 12, 1583-1597.
- Demetriades, P.O., Mamuneas, T.P. (2000), Intertemporal output and employment effects of public infrastructure capital: Evidence from 12 OECD economies, *The Economic Journal*, 110. Jg., 687-712.
- Démurger, S. (2001), Infrastructure development and economic growth: An explanation for regional disparities in China? *Journal of Comparative Economics*, 29. Jg., 95-117.
- Deng, T., Shao, S., Yang, L., Zhang, X. (2013), Has the transport-led economic growth effect reached a peak in China? A panel threshold regression approach, *Transportation* (2013), DOI 10.1007/s11116-013-9503-4.
- Di Giacinto, V., Micucci, G., Montanaro, P. (2012), Network effects of public transport infrastructure: Evidence on Italian regions, *Papers in Regional Science*, 91. Jg., Nr. 3, 514-541.
- Downs, A. (1962), The law of peak-hour expressway congestion, *Traffic Quarterly*, 16. Jg., Nr. 3, 393-409.
- Ducruet, C., Rozenblat, C., Zaidi, F. (2010), Ports in multi-level maritime networks: Evidence from the Atlantic (1996-2006), *Journal of Transport Geography*, 18. Jg., Nr. 4, 508-518.
- Duranton, G., Turner, M.A. (2011), The fundamental law of road congestion: Evidence from US cities, *American Economic Review*, 101. Jg., Nr. 6, 2616-2652.
- Ezcurra, R., Gil, C., Pascual, P., Rapún, M. (2005), Public capital, regional productivity and spatial spillovers, *The Annals of Regional Science*, 39. Jg., 471-494.
- Fedderke, J.W., Bogetić, Ž. (2009), Infrastructure and growth in South Africa: Direct and indirect productivity impacts of 19 infrastructure measures, *World Development*, 37. Jg., Nr. 9, 1522-1539.
- Fernald, J.G. (1999), Roads to prosperity? Assessing the link between public capital and productivity, *American Economic Review*, 89. Jg., Nr. 3, 619-638.
- Ferrari, C., Percoco, M., Tedeschi, A. (2010), Ports and local development: Evidence from Italy, *International Journal of Transport Economics*, 37. Jg., Nr. 1, 9-30.
- Fogel, R.W. (1964), *Railroads and American economic growth: Essays in econometric history*, Baltimore.
- Forslund, U.M., Johansson, B. (1995), Assessing road investments: Accessibility changes, cost benefit and production effects, *The Annals of Regional Science*, 29. Jg., Nr. 2, 155-174.
- García-López, M.À. (2012), Urban spatial structure, suburbanization and transportation in Barcelona, *Journal of Urban Economics*, 72. Jg., Nr. 2/3, 176-190.

- Garcia-Milà, T., McGuire, T.J. (1992), The contribution of publicly provided inputs to states' economies, *Regional Science and Urban Economics*, 22. Jg., Nr. 2, 229-241.
- Glaeser, E.L., Kohlhase, J.E. (2004), Cities, regions and the decline of transport costs, *Papers in Regional Science*, 83. Jg., Nr. 1, 197-228.
- Graham, D.J. (2007), Variable returns to agglomeration and the effect of road traffic congestion, *Journal of Urban Economics*, 62. Jg., 103-120.
- Gramlich, E.M. (1994), Infrastructure investment: A review essay, *Journal of Economic Literature*, 32. Jg., 1179-1196.
- Green, R.K. (2007), Airports and economic development, *Real Estate Economics*, 35. Jg., Nr. 1, 91-112.
- Gregory, I.N., Henneberg, J.M. (2010), The railways, urbanization and local demography in England and Wales, 1825-1911, *Social Science History*, 34. Jg., Nr. 2, 199-228.
- Gulyani, S. (2001), Effects of poor transportation on lean production and industrial clustering: Evidence from the Indian auto industry, *World Development*, 29. Jg., Nr. 7, 1157-1177.
- Gunasekera, K., Anderson, W., Lakshmanan, T.R. (2008), Highway-induced development: Evidence from Sri Lanka, *World Development*, 36. Jg., Nr. 11, 2371-2389.
- Gutiérrez, J. (2001), Location, economic potential and daily accessibility: An analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border, *Journal of Transport Geography*, 9. Jg., Nr. 4, 229-242.
- Gutiérrez, J., Condeço-Melhorado, A., Martín, J.C. (2010), Using accessibility indicators and GIS to assess spatial spillovers of transport infrastructure investment, *Journal of Transport Geography*, 18. Jg., Nr. 1, 141-152.
- Harris, C.D. (1954), The market as a factor in the localization of industry in the United States, *Annals of the Association of American Geographers*, 44. Jg., Nr. 4, 315-348.
- Head, K., Ries, J. (1996), Inter-city competition for foreign direct investment: Static and dynamic effects of China's incentive areas, *Journal of Urban Economics*, 40. Jg., Nr. 1, 38-60.
- Herranz-Loncán, A. (2006), Railroad impact in backward economies: Spain, 1850-1913, *The Journal of Economic History*, 66. Jg., Nr. 4, 853-881.
- Herranz-Loncán, A. (2011), The role of railways in export-led growth: The case of Uruguay, 1870-1913, *Economic History of Developing Countries*, 26. Jg., Nr. 2, 1-32.
- Hesse, C., Evangelinos, C., Püschel, R., Gröscho, S. (2012), Die verkehrliche Erreichbarkeit deutscher Großstädte: Eine empirische Analyse, *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, 83. Jg., Nr. 3, 160-187.
- Holl, A. (2004a), Manufacturing location and impacts of road transport on infrastructure: Empirical evidence from Spain, *Regional Science and Urban Economics*, 34. Jg., Nr. 3, 341-363.

- Holl, A. (2004b), Transport infrastructure, agglomeration economies and firm birth: Empirical evidence from Portugal, *Journal of Regional Science*, 44. Jg., Nr. 4, 693-712.
- Holtz-Eakin, D. (1994), Public-sector capital and the productivity puzzle, *Review of Economics and Statistics*, 76. Jg., 12-21.
- Hong, J. (2007), Firm-specific effects on location decisions of foreign direct investment in China's logistics industry, *Regional Studies*, 41. Jg., Nr. 5, 673-683.
- Hong, J., Chu, Z., Wang, Q. (2011), Transport infrastructure and regional economic growth: Evidence from China, *Transportation*, 38. Jg., Nr. 5, 737-752.
- Hummels, D. (2007), Transportation costs and international trade in the second era of globalization, *Journal of Economic Perspectives*, 21. Jg., Nr. 3, 131-154.
- Hymel, K. (2009), Does traffic congestion reduce employment growth? *Journal of Urban Economics*, 65. Jg., Nr. 2, 127-135.
- IATA (2007), Aviation economic benefits, IATA Economics Briefing 8, IATA.
- Imbriani, C., Morone, P., Pittiglio, R., Reganati, F. (2012), Agglomeration economies, local cluster and foreign direct investments: A pilot study for Emilia Romagna region, *Economics Bulletin*, 32. Jg., Nr. 1, 662-674.
- Jiwattanakulpaisarn, P., Noland, R.B., Graham, D.J. (2010), Causal linkages between highways and sector-level employment, *Transportation Research Part A*, 44. Jg., Nr. 4, 265-280.
- Jiwattanakulpaisarn, P., Noland, R.B., Graham, D.J. (2012), Marginal productivity of expanding highway capacity, *Journal of Transport Economics and Policy*, 46. Jg., Nr. 3, 333-347.
- Kasarda, J.D., Green, J.D. (2005), Air cargo as an economic development engine: A note on opportunities and constraints, *Journal of Air Transport Management*, 11. Jg., Nr. 6, 459-462.
- Keller, W., Yeaple, S.R. (2009), Multinational enterprises, international trade and productivity growth: Firm level evidence from the United States, *The Review of Economics and Statistics*, 91. Jg., Nr. 4, 821-831.
- Knowles, R.D. (2006), Transport shaping space: Differential collapse in time-space, *Journal of Transport Geography*, 14. Jg., Nr. 6, 407-425.
- Krugman, P. (1991), Increasing returns and economic geography, *The Journal of Political Economy*, 99. Jg., Nr. 3, 483-499.
- Lakshmanan, T.R. (2011), The broader economic consequences of transport infrastructure investments, *Journal of Transport Geography*, 19. Jg., Nr. 1, 1-12.
- Ledyeva, S. (2009), Spatial econometric analysis of foreign direct investment determinants in Russian regions, *The World Economy*, 32. Jg., Nr. 4, 643-666.
- Lieshout, R. (2012), Measuring the size of an airport's catchment area, *Journal of Transport Geography*, 25. Jg., 27-34.

- Lileeva, A., Trefler, D. (2010), Improved access to foreign markets raises plant-level productivity... for some plants, *The Quarterly Journal of Economics*, 125. Jg., Nr. 3, 1051-1099.
- Limão, N., Venables, A.J. (2001), Infrastructure, geographical disadvantage, transport costs and trade, *The World Bank Economic Review*, 15. Jg., Nr. 3, 451-479.
- Malina, R., Albers, S., Kroll, N. (2012), Airport incentive programmes: A European perspective, *Transport Reviews*, 32. Jg., Nr. 4, 435-453.
- Matisziw, T.C., Grubestic, T.H. (2010), Evaluating locational accessibility to the US air transportation system, *Transportation Research Part A*, 44. Jg., Nr. 9, 710-722.
- Mayor, K., Lyons, S., Duffy, D., Tol, R.S.J. (2012), A hedonic analysis of the value of rail transport in the greater Dublin area, *Journal of Transport Economics and Policy*, 46. Jg., Nr. 2, 239-261.
- McClelland, P.D. (1972), Social rates of return on American railroads in the nineteenth century, *The Economic History Review*, 25. Jg., Nr. 3, 471-488.
- Melitz, M.J., Ottaviano, G.I.P. (2008), Market size, trade and productivity, *Review of Economic Studies*, 75. Jg., 295-316.
- Melo, P.C., Graham, D.J., Noland, R.B. (2010), Impact of transport infrastructure on firm formation, *Transport Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Nr. 2163, 133-143.
- Melo, P.C., Graham, D.J., Brage-Ardao, R. (2013), The productivity of transport infrastructure investment: A meta-analysis of empirical evidence, *Regional Science and Urban Economics*, 43. Jg., 695-706.
- Monreal-Pérez, J., Aragón-Sánchez, A., Sánchez-Marín, G. (2012), A longitudinal study of the relationship between export activity and innovation in the Spanish firm: The moderating role of productivity, *International Business Review*, 21. Jg., Nr. 5, 862-877.
- Moreno, R., López-Bazo, E. (2007), Returns to local and transport infrastructure under regional spillovers, *International Regional Science Review*, 30. Jg., Nr. 1, 47-71.
- Mukim, M., Nunnenkamp, P. (2012), The location choice of foreign investors: A district-level analysis in India, *The World Economy*, 35. Jg., Nr. 7, 886-918.
- Munnell, A.H. (1990), How does public infrastructure affect regional economic performance? In: Munnell, A.H. (Hrsg.), *Is there a shortfall in public capital investment?* 69-103.
- Munnell, A.H. (1992), Infrastructure investment and economic growth, *Journal of Economic Perspectives*, 6. Jg., Nr. 4, 189-198.
- Otsuka, A. (2008), Determinants of new firm formation in Japan: A comparison of the manufacturing and service sector, *Economics Bulletin*, 18. Jg., Nr. 4, 1-7.
- Ozbay, K., Ozmen-Ertekin, D., Berechman, J. (2007), Contribution of transportation investments to county output, *Transport Policy*, 14. Jg., Nr. 4, 317-329.

- Páez, A., Scott, D.M., Morency, C. (2012), Measuring accessibility: Positive and normative implementations of various accessibility indicators, *Journal of Transport Geography*, 25. Jg., 141-153.
- Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P. (2001), Relative Efficiency of European Airports, *Transport Policy*, 8. Jg., Nr. 3, 183-192.
- Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P. (2003), Inefficiencies and scale economies of European airport operations, *Transportation Research Part E*, 39. Jg., Nr. 5, 341-361.
- Percoco, M. (2010), Airport activity and local development: Evidence from Italy, *Urban Studies*, 47. Jg, Nr.11, 2427-2443.
- Pereira, A.M., Andraz, J.M. (2004), Public highway spending and state spillovers in the USA, *Applied Economics Letters*, 11. Jg., Nr. 12, 785-788.
- Redding, S.J. (2010), The empirics of New Economic Geography, *Journal of Regional Science*, 50. Jg., Nr. 1, 297-311.
- Rietveld, P. (1994), Spatial economic impacts of transport infrastructure supply, *Transportation Research Part A*, 28. Jg., Nr. 4, 329-341.
- Romp, W., de Haan, J. (2007), Public capital and economic growth: A critical survey, *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 8. Jg., 6-52.
- RWI [Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung] (2010), Verkehrsinfrastrukturinvestitionen – Wachstumsaspekte im Rahmen einer gestaltenden Finanzpolitik, Projektbericht für das Bundesfinanzministerium.
- Sánchez, R.J., Hoffmann, J., Micco, A., Pizzolitto, G.V., Sgut, M., Wilmsmeier, G. (2003), Port efficiency and international trade: Port efficiency as a determinant of maritime transport costs, *Maritime Economics & Logistics*, 5. Jg., Nr. 2, 199-218.
- Sanchez-Robles, B. (1998), Infrastructure investment and growth: Some empirical evidence, *Contemporary Economic Policy*, 16. Jg., 98-108.
- Seitz, H. (1993), A dual economic analysis of the benefits of the public road network, *The Annals of Regional Science*, 27. Jg., Nr. 3, 223-239.
- Sellner, R., Nagl, P. (2010), Air accessibility and growth: The economic effects of a capacity expansion at Vienna Airport, *Journal of Air Transport Management*, 16. Jg., Nr. 6, 325-329.
- Shah, A. (1992), Dynamics of public infrastructure, industrial productivity and profitability, *The Review of Economics and Statistics*, 74. Jg., Nr. 1, 28-36.
- Stopher, P.R. (2004), Reducing road congestion: A reality check, *Transport Policy*, 11. Jg., Nr. 2, 117-131.
- Sturm, J.-E., Jacobs, J., Groote, P. (1999), Output effects of infrastructure investment in the Netherlands, 1853-1913, *Journal of Macroeconomics*, 21. Jg., Nr. 2, 355-380.
- Summerhill, W. (2005), Big social savings in a small laggard economy: Railroad-led growth in Brazil, *The Journal of Economic History*, 65. Jg., Nr. 1, 72-102.

- Suzuki, T., Muromachi, Y. (2010), Empirical analysis on the railroad development impact on local population density in Japan, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 8. Jg., 1039-1052.
- Sweet, M. (2011), Does traffic congestion slow the economy? *Journal of Planning Literature*, 26. Jg., Nr. 4, 391-404.
- Tabuchi, T. (1998), Urban agglomeration and dispersion: A synthesis of Alonso and Krugman, *Journal of Urban Economics*, 44. Jg., Nr. 3, 333-351.
- Tong, T., Yu, E., Cho, S.-H., Jensen, K., De la Torre Ugarte, D. (2013), Evaluating the spatial spillover effects of transportation infrastructure on agricultural output across the United States, *Journal of Transport Geography*, 30. Jg., 47-55.
- Van Dijk, J., Pellenbarg (2000), Firm relocation decisions in the Netherlands: An ordered logit approach, *Papers in Regional Science*, 79. Jg., Nr. 2, 191-219.
- Wagner, J. (2007), Exports and productivity: A survey of the evidence from firm-level data, *The World Economy*, 30. Jg., Nr. 1, 60-82.
- Wilmsmeier, G., Martínez-Zarzoso (2010), Determinants of maritime transport costs: A panel data analysis for Latin American trade, *Transportation Planning and Technology*, 33. Jg., Nr. 1, 105-121.
- Wilmsmeier, G., Hoffmann, J. (2008), Liner shipping connectivity and port infrastructure as determinants of freight rates in the Caribbean, *Maritime Economics & Logistics*, 10. Jg., Nr. 1, 130-151.
- Wilson, J.S., Mann, C.L., Otsuki, T. (2005), Assessing the benefits of trade facilitation: A global perspective, *The World Economy*, 28. Jg., Nr. 6, 841-871.
- Yamaguchi, K. (2007), Inter-regional air transport accessibility and macro-economic performance in Japan, *Transportation Research Part E*, 43. Jg., Nr. 3, 247-258.
- Yavan, N. (2010), The location choice of foreign direct investment within Turkey: An empirical analysis, *European Planning Studies*, 18. Jg., Nr. 10, 1675-1705.
- Yu, N., De Jong, M., Storm, S., Mi, J. (2012), The growth impact of transport infrastructure investment, *Policy and Society*, 31. Jg., 25-38.
- Yu, N., De Jong, M., Storm, S., Mi, J. (2013), Spatial spillover effects of transport infrastructure: evidence from Chinese regions, *Journal of Transport Geography*, 28. Jg., 56-66.
- Zhang, X., Fan, S. (2004), How productive is infrastructure? A new approach and evidence from rural India, *American Journal of Agricultural Economics*, 86. Jg., Nr. 2, 492-501.