

Messung der Effekte von Verkehr auf den Raum State of the Art Methoden

Schlussbericht 06.03.2018



IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

Autoren dieser Publikation

Raphael Fuhrer, IVT ETHZ

Kay W. Axhausen, IVT ETHZ

Begleitung

M. Tschopp, Sektion Bundesplanungen, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

M. Kowald, Sektion Grundlagen, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

Produktion

Rudolf Menzi, Leiter Kommunikation ARE

Forschungsarbeit im Auftrag des Bundesamts für Raumentwicklung ARE

Messung der Effekte von Verkehr auf den Raum, State of the Art Methoden

Raphael Fuhrer
IVT – ETH Zürich
Stefano-Franscini-Platz 5

Telefon: 044 633 67 37
raphael.fuhrer@ivt.baug.ethz.ch

Kay W. Axhausen
IVT – ETH Zürich
Stefano-Franscini-Platz 5

Telefon: 044 633 39 43
axhausen@ivt.baug.ethz.ch

März 2018

Kurzfassung

Diese Studie eruiert den aktuellen Methodenstand bei ex-post Analysen zu räumlichen Veränderungen bezüglich Wirtschaft und Bevölkerung verursacht durch Änderungen im Verkehrsangebot. Es fliessen Publikationen der letzten Dekade von akademischen Autoren und Veröffentlichungen von staatlichen oder staatsnahen Behörden und Organisationen ein. Ziel ist es damit, dem ARE aufzuzeigen, wie bestehende Methoden wie zum Beispiel der Tripod in Zukunft mit quantitativen Ansätzen weiter entwickelt werden könnten.

Moderne statistische/ökonometrische Ansätze ermöglichen es, Effekte zu quantifizieren, den Verkehrseffekt von anderen Gründen zu isolieren und Aussagen über die Kausalität zu machen. Thematisch stehen die Entwicklung der Bevölkerung und Arbeitsplätze sowie Produktivität im Vordergrund. Bei vielen weiteren Themen fehlen solche quantitative ex-post Analysen.

Dem ARE wird empfohlen, solche neuen Ansätze anzuwenden und die dafür nötigen Daten Grundlagen zu organisieren.

Schlagworte

Ex-post Analysen, Verkehr, Raumentwicklung, Literaturstudie, state of the art

Zitierungsvorschlag

Fuhrer, R. und K. Axhausen (2016) Messung der Effekte von Verkehr auf den Raum, state of the art Methoden, Schlussbericht, ARE und IVT, Bern und Zürich.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	5
1 Einführung.....	7
2 Vorgehen und Anforderungen an diese Arbeit	8
3 Systematische Zusammenstellung der Methoden	11
3.1 Methoden.....	11
3.2 Thematische Systematik.....	15
3.3 Zusammenstellung der Literatur.....	15
3.3.1 Räumliche Instrumentvariable	16
3.3.2 Räumliche Kontrollvariable	19
3.3.3 Integrierte Verkehr-Landnutzungsmodelle	23
3.3.4 Hedonische Preise	26
3.3.5 Paneldatenanalyse	27
3.3.6 Diverse Ansätze.....	32
3.3.7 Deskriptiv	36
3.3.8 Mit Schweizer Kontext.....	42
3.3.9 Weitere	45
3.4 Synthese des state of the art bezüglich Raum-Verkehr	50
3.5 Limiten.....	54
4 Aktuelle Analyse-Ansätze am ARE	56
5 Konklusion und Empfehlungen.....	59
5.1 Vergleich ARE und internationaler Methodenstand	59

5.2	Empfehlungen ans ARE	59
6	Literatur.....	61

Zusammenfassung

Diese Studie berichtet zum aktuellen Methodenstand zur Erhebung von räumlichen Effekten in den Bereichen Wirtschaft und Bevölkerung, hervorgerufen durch Änderungen im Verkehrssystem. Dabei sind nur ex-post Analysen von Interesse – das sind Analysen, die das Geschehene evaluieren. Sie bietet einen Überblick über die angewendeten Ansätze in der Forschung, in der öffentlichen Verwaltung der westlichen Welt und internationalen Organisationen. Nicht Gegenstand der Studie sind Effekte auf die Umwelt und in die andere Richtung, also von Veränderungen in der Bevölkerung und Wirtschaft auf die Nachfrage im Verkehrssystem, sowie ex-ante Analysen.

Im Zentrum der Aufmerksamkeit stehen drei Fragen:

1. Wie lassen sich solche Effekte quantifizieren?
2. Wie lassen sich solche Effekte von weiteren raumwirksamen Prozessen isolieren?
3. Wie lassen sich Ursache und Wirkung in diesem Zusammenhang trennen?

Um brauchbare und aktuelle Methoden im Kontext solcher Abklärungen zu finden, wurden Publikationen der letzten zehn Jahre systematisch ausgewertet. Einerseits wurden akademische Publikationen aus diversen Journalen und Konferenzbänden gesammelt, andererseits etwas über 100 Stellen der öffentlichen Verwaltung in Europa und Nordamerika sowie einiger internationalen Organisationen direkt per e-mail kontaktiert und um Veröffentlichungen gebeten. So konnten knapp 70 Veröffentlichungen ausgewertet werden, wobei die akademischen Publikationen in der Mehrheit sind. Die relativ geringe Ausbeute bei nicht-akademischen Autoren kann entweder bedeuten, dass wir nicht zu den richtigen Personen gelangen konnten oder dass ein eher geringes Interesse am Thema besteht. Aufgrund der Korrespondenz scheint letztere Erklärung wahrscheinlicher.

Die systematische Auswertung zeigt eine Fokussierung auf sowohl eine Hand voll Themen wie auch methodische Ansätze, wie in Tabelle 1 verdeutlicht. Die am häufigsten untersuchten Themen sind Bevölkerung und Arbeitsplätze. In diesem Zusammenhang geht es um Fragestellungen wie zum Beispiel, ob der Bau eines Autobahnanschlusses dazu führt, dass in einem gewissen Gebiet Personen zu/wegziehen oder Arbeitsplätze entstehen/wegfallen. Kaum untersucht werden Fragen zur Wirtschaftsstruktur und unterdurchschnittlich häufig Fragen zu Armut und Wachstum sowie Land- und Grundstückspreisen. Viele Arbeiten bleiben deskriptiv, unter den konkreten Methoden ist die räumliche Kontrollgruppe die am häufigsten angewendete.

Tabelle 1 Übersicht über alle Studien: Häufigkeit

	Räumliche Instrument- variable	Räumliche Kontroll- gruppe	Verkehr- Landnutz- ungsmodell	Hedonische Preise	Paneldaten- analyse	Diverse Ansätze	Deskriptiv
Bevölkerung	■	■	■		■		■
Land, Grundstück- preise		■		■			■
Arbeitsplätze	■	■	■	■	■	■	■
Wirtschafts- struktur							■
Produktivität	■	■	■		■	■	■
Armutsniveau, Wachstum		■			■	■	■

Anmerkung: Weiss bedeutet keine Publikation; je dunkler, je häufiger.

Ein substanzieller Teil der ausgewerteten Studien bleibt deskriptiv. Darunter befindet sich der grösste Teil der nicht-akademischen Veröffentlichungen. Während sie in der Lage sind, über die Quantifizierung solcher Effekte zu berichten, sind keine Schlüsse bezüglich Isolation und Kausalität möglich. Anders gesagt, ist es mit deskriptiven Analysen weder möglich, andere Gründe neben dem Verkehr für die beobachteten Effekte auszuschliessen (zum Beispiel Einflüsse durch die Raumplanungs- oder Steuerpolitik) noch die Wirkungsrichtung (ob die Ursache das Verkehrssystem ist und die Wirkung im Raum stattfindet oder umgekehrt) eindeutig zu ermitteln. Die Aussagekraft solcher Studien ist deshalb sehr begrenzt. Im Gegensatz dazu können Methoden wie eine räumliche Instrumentvariable oder Kontrollgruppe – die zu Grunde liegenden Ideen werden im Hauptteil dieser Studie erklärt – diese Fragen beantworten. Sie verlangen in der Regel jedoch nach aufwändigeren Studien und besseren Daten. Insbesondere sind räumlich gut aufgelöste Daten, die als Zeitreihen vorliegen und solche zu Bodenpreise nötig. Eine Kombination verschiedener Ansätze liefert die am besten interpretierbaren Resultate.

Das Bundesamt für Raumentwicklung ARE arbeitet in solchen Fragestellungen mit dem Modell „tripod“. Es beruht hauptsächlich auf deskriptiven Vorher-Nachheranalysen. Im Vergleich zu anderen Ländern steht das ARE gut da mit diesem Instrument. Im Vergleich zum aktuellen Methodenstand in der Wissenschaft besteht jedoch Verbesserungspotenzial. Eine Integration der hier ausgewerteten Methoden würde es dem ARE erlauben, die Auswirkungen vom Verkehr auf den Raum zu erfassen, bewerten und einzuordnen.

1 Einführung

Das Verkehrsangebot und die dazu gehörige Mobilität von Personen und Gütern haben Auswirkungen auf den Raum. Die Fragestellungen, die sich in diesem Zusammenhang ergeben, lauten:

1. Wie lassen sich solche Effekte quantifizieren?
2. Wie lassen sich solche Effekte von weiteren raumwirksamen Prozessen isolieren?
3. Wie lassen sich Ursache und Wirkung in diesem Zusammenhang trennen?

Ziel dieses Forschungsberichts ist es, den aktuellen Stand in der Methodik zu den erwähnten Fragestellungen aufzuarbeiten. Diese Zusammenstellung soll sowohl Beiträge aus der Praxis wie auch aus der akademischen Welt beinhalten und einen Vergleich zu aktuellen Instrumenten am ARE ermöglichen. In diesem Sinne wird hier auch der Versuch unternommen, die Lücke zwischen in der Wissenschaft beschriebenen und in der Praxis angewendeten Ansätzen zu schliessen.

In der Evolution der Forschung zum Wechselspiel zwischen Raum und Verkehr lassen sich grob drei ‚Kristallisationspunkte‘ (Thisse, 2011) ausmachen. Erstens, Überlegungen zur räumlichen Ökonomie zu Beginn des 19. Jahrhunderts (von Thünen, 1826), die den Nutzen und die Kosten von Verkehrsleistungen im Zusammenspiel zwischen Produzent und Konsument räumlich abbildet. Zweitens, Überlegungen zur räumlichen Konkurrenz in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts (Hotelling, 1929), die räumliche Instrumente für die Beschreibung von Attraktivität verschiedener Orte mit sich brachten. Drittens, Überlegungen der neuen ökonomischen Geografie um die letzte Jahrtausendwende (Krugman, 1991), die insbesondere auf Agglomeration und Dispersion der Produktionsfaktoren abstellt. Wichtige inhaltliche wiederkehrende Themen sind einerseits der Megatrend zur Verstädterung, Stadtgrösse und Wachstum (Batty, 2013) und andererseits die Grundlagen zu Nutzen und Kosten verschiedener Raumordnungen (Puga, 2010) und deren Messbarkeit (Uchida und Nelson, 2008) und Wirkungen (Melo et al., 2009).

In Kapitel 2 wird das methodische Vorgehen dieser Aufarbeitung erklärt und in den Kontext gesetzt. Das folgende Kapitel 3 beinhaltet die eigentliche Zusammenstellung der untersuchten Arbeiten sowie eine Einführung in die gewählte Systematik und in Unterkapitel 3.4 eine Bilanz dazu. Die abschliessenden Kapitel 4 und 5 geben Auskunft über die Folgerungen, insbesondere für das ARE und seine Instrumente.

2 Vorgehen und Anforderungen an diese Arbeit

In dieser Arbeit geht es ausschliesslich um ex-post Analysen. Das sind Analysen, die sich auf bereits geschehene Ereignisse abstützen. Es wird also im Nachhinein untersucht, was ein bestimmter Eingriff – zum Beispiel der Bau einer neuen Strasse oder Schienenstrecke – für Effekte auf die untersuchte Region in der Realität hatte. Dabei geht es um Effekte, die die Gesellschaft und Wirtschaft betreffen; Umwelteffekte werden ausgeklammert (siehe Litman (2015) für eine aktuelle Übersichtsstudie). Es geht dabei um aktuelle Studien aus der Schweiz und dem Ausland und zwar sowohl von Autorinnen aus der Forschung wie auch von Autoren von anderen Organisationen oder staatlichen Stellen. Studien, die älter als zehn Jahre sind, werden nicht berücksichtigt, um möglichst aktuelle Ansätze studieren zu können. Studien sollten räumlich so detailliert sein, dass sie Schlüsse auf lokaler Ebene, im Idealfall auf Gemeindeebene, zulassen.

Das untersuchte Themenfeld in solchen Studien ist sehr breit, je nach Interessen und Aufgabe der Autorenschaft. In Tabelle 2 und Tabelle 3 sind die Themen aufgeführt, die sich aus theoretischen Sicht ergeben. Die aus Sicht des ARE relevanten Punkte sind in schwarz und die unwichtigen in grau dargestellt.

Tabelle 2 Wirtschaftliche Effekte, die üblicherweise in Betracht gezogen werden

Direkt, Verkehrsangebot	Direkt, Verkehrsnachfrage	Indirekt, mikroökonomisch	Indirekt, makroökonomisch
Einnahmen der Verkehrsanbieter	Bessere Erreichbarkeit	Mieteinnahmen, Landpreise	Aufbau von Vertriebsnetzen
Zugang zu grösseren Märkten	Zeit- und Kosteneinsparungen	Günstigere Güter	Anziehung ökonomischer Aktivität, Arbeitsplätze
	Produktivitätsgewinne	Höheres Angebot an Güter	Erhöhte Konkurrenz
	Arbeitsteilung		Konsumwachstum
	Zugang zu mehr Anbietern und Konsumenten		Befriedigung von Mobilitätsbedürfnissen
	Skalengewinne		

Quelle: ergänzt nach Rodrigue et al. (2006); schwarz: wichtig, grau: unwichtig fürs ARE

Tabelle 3 Gesellschaftliche Effekte, die üblicherweise in Betracht gezogen werden

Hauptthema	Subthema	Einfluss
Infrastrukturpräsenz	Strukturell	Visuelle Qualität Historische/ kulturelle Anlage Trennung/ sozialer Zusammenhalt
	Vorübergehend	Lärm Sperrungen und Umleitungen Ungewissheit Umsiedlungszwang
Parkierte Fahrzeuge		Visuelle Qualität Rauminanspruchnahme
Transportangebot und -dienstleistungen	Angebot	Bevölkerungs- und demografische Entwicklung Verfügbarkeit und Zugang Versorgungsniveau Service public Verkehrsmittelwahlfreiheit Kulturelle Diversität
	Landnutzung	Zugang zu räumlich verteilten Aktivitäten
Verkehr	Sicherheit	Unfälle Vermeidungsverhalten Sicherheitswahrnehmung Öffentliche Sicherheit
	Umwelt	Lärmbelastung Boden-, Luft-, Wasserqualität
Mobilität		Intrinsischer Wert, Reisequalität Gesundheit
		Sicherheit

Quelle: ergänzt nach Geurs et al. (2009); schwarz: wichtig, grau: unwichtig fürs ARE

Publikationen akademischer Autoren sind über die üblichen Suchportale, Zeitschriften und Konferenzdatenbanken zugänglich. Bei den Publikationen aus der Praxis wurde eine analoge Suche ergänzt mit direkter Kontaktaufnahme. So wurden im Frühjahr 2016 insgesamt knapp 120 Stellen angefragt, ob sie eine passende Studie beitragen können. Die Kommunikation erfolgte in Englisch. Bei den angefragten Stellen handelt es sich um verschiedene Organisationen, die international, im europäischen oder nordamerikanischen Raum tätig sind; staatliche Behörden, Ministerien oder Ämter, die sich mit Verkehr und/ oder Raumentwicklung und/oder Wirtschaft beschäftigen; und staatsnahe oder private Unternehmen, die in diesem Themenkreis tätig sind. Es wurde jeweils versucht, die zuständigen Personen direkt per e-mail zu erreichen. Falls dies nicht möglich war, wurde die allgemeine Kontaktstelle angeschrieben. In den allermeisten Fällen – bei rund Dreiviertel – erfolgte trotz Erinnerung keine Reaktion. Von den Verbleibenden schickten die meisten eine oder mehrere eigene Publikationen. Allerdings entsprechen nicht alle davon den für diese Literaturlauswertung gemachten Kriterien.

Die geringe Rücklaufquote lässt grundsätzlich zwei Schlussfolgerungen zu: Entweder konnte die richtigen Stellen und Personen nicht erreicht werden oder es liegen tatsächlich nur wenige solche Studien vor. Auf Grund der stattgefundenen Rückmeldungen scheint den Autoren der zweite Fall plausibler.

3 Systematische Zusammenstellung der Methoden

Eine Systematik zu finden, die alle Dimensionen dieser Fragestellungen berücksichtigt, ist nicht ganz einfach. Es bieten sich mehrere Ansätze an. Grundsätzlich kann in Bezug zu den Methoden, beispielsweise deren Modellierungsansatz oder Datenintensität, den Themenschwerpunkten wie zum Beispiel Bevölkerungsentwicklung oder Produktivitätsgewinne, oder dann zu den Akteuren wie Haushalt versus Unternehmen unterschieden werden. In dieser Arbeit stehen die methodischen (siehe 3.1) und thematischen (siehe 3.2) Überlegungen im Zentrum. Im Kern geht es jedoch bei allen Studien um eine Veränderung in der Kostenstruktur des Verkehrs, sei es zeitlich oder monetär (Venables, 2007), und somit in der Erreichbarkeit und wie sich diese Effekte in den Raum übersetzen lassen.

3.1 Methoden

Die eingangs erwähnten methodischen Kernanliegen sind:

1. Wie lassen sich solche Effekte quantifizieren?

Das heisst, es soll möglich sein, räumliche Effekte wie etwa eine Veränderung in der Bevölkerungszusammensetzung *mittels Zahlen messen* zu können.

2. Wie lassen sich solche Effekte von weiteren raumwirksamen Prozessen isolieren?

Das heisst, es soll möglich sein, *genau diejenigen* räumlichen Effekte in direktem Zusammenhang mit der Entwicklung im Verkehr zu identifizieren.

3. Wie lassen sich Ursache und Wirkung in diesem Zusammenhang trennen?

Das heisst, es soll möglich sein, diese räumlichen Effekte eindeutig *als Konsequenz* der Veränderung im Verkehrssystem zu erfassen.

In diesem Zusammenhang sind die wichtigsten Bausteine in den folgenden Abschnitten beschrieben, um den Kernanliegen zu entsprechen. Basis vieler Bausteine ist die Regression. Darum wird deren Konzept zuerst separat erklärt.

Regressionen beschreiben Zusammenhänge zwischen zwei Messgrössen und sind so aufgebaut, dass die eine Messgrösse (Y abhängige Variable) in Abhängigkeit der zweiten Messgrösse (X erklärende Variable) multipliziert mit einem Koeffizienten (β Stärke der Abhängigkeit) und einem Fehlerterm (e) beschrieben wird; vereinfacht: $Y = \beta * X + e$. Der Fehler kann sich aus der Messung oder Formulierung der Abhängigkeit ergeben. Das Beispiel zum Zusammenhang von

Noten in der Schule und der Häufigkeit von Absenzen kann die Idee der Regression illustrieren: In einer Schulklasse werden einerseits die Noten und andererseits die Anzahl Absenzen je SchülerIn erhoben. Die These dabei ist, dass die Noten besser sind, je weniger Absenzen vorliegen. Übersetzt auf den Regressionsansatz heisst das, dass die Note der abhängigen Variablen entspricht und die Anzahl Absenzen der erklärenden Variablen. Angenommen, die Auswertung über die ganze Klasse ergibt, dass jeder zusätzlich fehlende Tag zu einer Notenverschlechterung von 2% führt, würde β diesen Wert annehmen. Der Fehlerterm e kann beispielsweise dadurch zu Stande kommen, dass nicht alle Absenzen korrekt erhoben sind.

Im Folgenden die Bausteine:

- a. Räumliche Instrumentvariable (IV): Eine Variable, die mit der erklärenden Variable korreliert, jedoch nicht mit dem Fehlerterm. Problem: eine sich widersprechende Anforderung.

Wenn nun ein Zusammenhang zwischen der erklärenden Variable X und dem Fehlerterm e besteht, funktioniert die Regression nicht mehr. Gerade in der Fragestellung Verkehr - Raum kommt dieses Problem häufig vor, weil theoretisch Einflüsse auf beide Seiten, also vom Verkehr auf den Raum und vom Raum auf den Verkehr möglich sind, womit X und e nicht mehr unabhängig sind. Zum Beispiel kann eine Buslinie seltener fahren, weil weniger Leute mit ihr unterwegs sind – oder es sind weniger Leute mit ihr unterwegs, weil sie seltener fährt. Was beeinflusst was? Eine Instrumentvariable kann dieses Problem lösen, weil sie X sehr ähnlich ist, aber mit e nichts zu tun hat. Allerdings ist eine solche Instrumentvariable sehr schwierig zu finden, da eine ähnliche Variable zu X sich im Normalfall auch ähnlich zu e verhält. Nur unter speziellen Umständen ist eine Instrumentvariable verfügbar.

- b. Räumliche Kontrollgruppen: Eine zweite Gruppe, die gleiche Eigenschaften hat wie die untersuchte, aber keine Behandlung erfährt. Problem: komplette Gleichheit nicht erreichbar.

Die grundlegende Idee bei Kontrollgruppen ist, dass man die Menge an Versuchsobjekten in zwei Gruppen teilt und nur die eine davon behandelt und die andere unbehandelt lässt. Zum Beispiel kann man zwei Felder miteinander bezüglich ihrer Bodenfruchtbarkeit vergleichen, wobei eines biologisch und das andere konventionell bewirtschaftet wird. Die Grundidee lässt sich auch auf raumplanerische Fragestellungen übertragen. Man stellt dem Raum, den man untersucht und in dem sich etwas im Verkehrsangebot geändert hat, einen zweiten Raum gegenüber. Letzterer ist bis auf die Änderung im Verkehrsangebot mit dem ersten Raum identisch. Alles, worin sich die zwei Räume am Ende unterscheiden, muss folglich im Zusammenhang mit der Änderung im Verkehrsangebot stehen. Das Problem ist, dass zwei Räume wie zum

Beispiel zwei Gemeinden oder zwei Kantone nie identisch sind, höchstens sehr ähnlich. Mit verschiedenen Ansätzen lässt sich aber eine hypothetische Ähnlichkeit herstellen. Eine spezielle Unterform dieses Bausteins ist die shift-share-Methode¹.

- c. Integriertes Verkehr-Landnutzungsmodell: Eine Simulation oder ein Modell, das eine Prognose über die zu erwartende Entwicklung macht, basierend auf den Modellgrundlagen. Problem: Überprüfung der Prognose des Ohne-Falls.

Ein Modell integriert alle wesentlichen Faktoren in ein Ganzes und stützt sich auf in der Realität bereits gemessene Zusammenhänge. Ein so geeichtes Modell lässt einerseits Prognosen im Sinne von „was wäre, wenn“ zu, aber lässt sich auch rückblickend auf einen Raum anwenden im Sinne einer Evaluation, ob tatsächlich passiert ist, was das Modell vorausgesagt hätte. Die Grenzen zwischen ex-post und ex-ante verschmelzen in diesem Fall und a priori kann eine Aussage eines Modells nicht überprüft werden.

- d. Hedonische Preismodelle: Hier wird von der Überlegung ausgegangen, dass sich die Eigenschaften eines Produktes im Preis widerspiegeln. Der monetäre Wert einer bestimmten Eigenschaft lässt sich ableiten. Problem: Preis-Bildung ist oft unklar.

Im Kontext dieser Studie geht es primär um Boden- und Immobilienpreise. Der Preis eines Hauses setzt sich beispielsweise aus den Eigenschaften des Hauses – Fläche, Qualität usw. und dessen Lage zusammen – ob es etwa einen Garten, Aussicht oder eine gute Verkehrsanbindung hat. Das heisst, würde durch ein Verkehrsprojekt die Erreichbarkeit verbessert, sollte dies im Preis sichtbar und folglich messbar werden. Damit dies zutrifft, muss sich der Preis unter perfekten Bedingungen gebildet haben.

- e. Paneldatenanalyse: Wird der gleiche Datenpunkt in einem räumlichen Datenset über die Zeit mehrmals gemessen, kann die zeitliche Varianz ausgenutzt werden. Problem: zu starke Abhängigkeiten in der Datenstruktur.

In dieser Bausteingruppe geht es grundsätzlich darum, die Messung über längere Zeitabschnitte zu wiederholen. So hat man mehrere Messpunkte vor und nach der Intervention, also zum Beispiel vor der Planung, vor der Eröffnung, fünf Jahre nach der Eröffnung und zwanzig Jahre nach der Eröffnung einer neuen Eisenbahnlinie. Damit können im Raum auftretende Effekte herausgelesen werden. Die Grundidee ist oft, dass die Vergangenheit die Zukunft bestimmt.

¹ In der einfachsten Form wird ein untergeordneter Raum (z. Bsp. Gemeinde) mit einem übergeordneten Raum (z. Bsp. Land) verglichen. Im Verkehrskontext ist es auch möglich, Veränderungen in der Erreichbarkeit in Strukturdaten (Einwohner, Arbeitsplätze) und Verkehrskenngrößen (Reisezeit) zu trennen und einen der zwei Teile künstlich konstant zu halten.

Verändern sich gewisse Indikatoren über die Zeit in eine bestimmte Richtung, lassen sich so Aussagen über Effekte machen. Allerdings ist die zeitliche Abhängigkeit der Daten auch ein Problem, da sie zu Verzerrungen in der Schätzung führen kann. Panel-Schätzmethoden können die Verzerrung berücksichtigen.

- f. Diverse statistische Anwendungen: Diverse Ansätze, unter anderem aus den Neurowissenschaften, der Netzwerktheorie oder auch Produktivitätsforschung, die ähnliche Situationen und Probleme beschreiben beziehungsweise haben.

Dieser Baustein ist eine gemischte Gruppe aus disziplinfremden Vorgehen. So haben zum Beispiel die Neurowissenschaften eine Reihe von Methoden entwickelt, um die Veränderungen in Abbildungen von Gehirnaktivitäten zu quantifizieren. Auch die Netzwerktheorie hat vergleichbare Überlegungen unternommen. Diese Ansätze sind entweder noch sehr frisch und Gegenstand laufender Forschung oder wurden wie im Falle der Produktivitätsforschung erst kürzlich in die räumliche Wissenschaft integriert.

- g. Natürliche Experimente: Wenn sich aus anderen, projektfremden Gründen die relevanten Rahmenbedingungen unerwartet verändern, kann die Situation analysiert werden. Problem: tritt selten auf.

Die Idee ist hier, statt mit aufwändigen Methoden eine bestimmte Versuchsanordnung herzustellen, sich stattdessen auf die Suche nach Situation zu machen, die auf natürliche Weise genau so liegen, dass exakt der Fragestellung nachgegangen werden kann, die einen interessiert. Wie von a. bis f. klar wurde, sind die dort beschriebenen Ansätze recht aufwändig und verlangen die genaue Einhaltung der zu Grunde liegenden Annahmen. Statt nun mit Mühe zu versuchen, die Studiensituation diesen Annahmen anzupassen, geht die Idee des natürlichen Experiments in die andere Richtung. Zum Beispiel könnte es sein, dass sich in einem Untersuchungsraum plötzlich das Steuersystem oder die Struktur des Tarifsystems eines Verkehrsverbundes markant geändert hat (während sich sonst nichts geändert hat). Unter Umständen kann diese Situation dann als natürliche Gegebenheit genutzt und als natürliches Experiment zur Fragestellung Verkehr-Raum ausgewertet werden. Eventuell sind immer noch ein paar statistische Anpassungen nötig, aber die Situation ist im Prinzip direkt auswertbar. Das Problem dabei ist eindeutig, dass selten genau für eine solche Situation die nötigen Daten vorliegen, sondern nur mit Abstrichen. Denn die Erhebung wird ja eigentlich aus einem anderen Grund unternommen.

Die perfekte Lösung existiert folglich nicht. Jeder hier vorgestellte Baustein hat seine Stärken und Schwächen. Basierend auf den Auswertungen in Kapitel 3.3 zeigt sich, welcher Ansatz für welche eingangs des Berichts erwähnten Fragestellungen geeignet ist (Abbildung 1 auf Seite

52). Die Kunst (der Aufwand) besteht jeweils darin, die Daten so aufzubereiten und mit weiteren Methoden zu prüfen, dass die Bedingungen genügend gut erfüllt sind, damit verlässlich und gut interpretierbare Resultate ausgemacht werden können. Das ist eine der wesentlichen Grenzen der oben erwähnten quantitativen Ansätze. Das Kapitel 3.5 befasst sich mit den Grenzen der Ansätze, die in den untersuchten Analysen aufgetaucht sind.

3.2 Thematische Systematik

Die Themen lassen sich grob nach den Bezugseinheiten Haushalt und Unternehmen einteilen und in den folgenden Themengruppen zusammenfassen:

- Haushalt:
 - 1) Landpreise, Mietpreise, Immobilienpreise
 - 2) Wohnortwahl, , soziale Netzwerke, Erreichbarkeitspräferenz (endogen)
 - 3) Pendeln, Zeitbudget
 - 4) Demographie: Einkommen, Vermögen, Alter, Bevölkerungsgrösse
- Unternehmen:
 - 1) Landpreise, Firmenstandortwahl (je Sektor), Arbeitsmarkt
 - 2) Transportkosten, Absatzmarkt, Handel, Spezialisierung
 - 3) Kostendruck, Rationalisierung, Konkurrenz zwischen Firmen
 - 4) Produktivität, Cluster, Agglomerationseffekte
 - 5) Abhängigkeit von Warenströmen, Produktionsketten, Outsourcing
 - 6) Überwindung von politischen Grenzen, Globalisierung

3.3 Zusammenstellung der Literatur

Die bewerteten und aufgearbeiteten Studien werden, wenn sie sich für diese Literaturstudie eignen, jeweils mit einer Tabelle vorgestellt, die die wesentlichen Eigenschaften zusammenfasst. Der Aufbau dieser Tabellen wird mit folgender Tabelle 4 beispielhaft beschrieben

Tabelle 4 Struktur der Tabellen zur Einordnung der untersuchten Literatur nach Methodik

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Die Art und Weise, wie die Grösse „Verkehr“ gemessen wird.	Welche Aspekte im gesellschaftlichen Themenfeld untersucht werden.	Welche Aspekte im wirtschaftlichen Themenfeld untersucht werden.	Geografischer Raum der Studie.	Die räumliche Genauigkeit.	Die Zeitspanne, über die sich die Studie erstreckt.	Die Häufigkeit der Datenpunkte.
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Verwendete Datensätze und deren Zugänglichkeit.	Staat, Organisation, Private oder Wissenschaft.	Wie die Effekte in Zahlen messbar gemacht werden.	Wie die Effekte von anderen isoliert werden.	Wie Ursache und Wirkung sauber getrennt werden.	Die wichtigsten Resultate der Arbeit.	Weitere wichtige Aspekte der Publikation.

Die Studien sind nach verwendetem Hauptansatz gruppiert. Die Idee hinter jedem Hauptansatz ist in Kapitel 3.1 erklärt.

3.3.1 Räumliche Instrumentvariable

Baum-Snow (2007) untersucht, wie sich das US interstate highway Netz auf die Suburbanisierung ausgewirkt hat. Es wird erhoben, wie sich die Stadtkerne und das Umland der Metropolitanräume zwischen 1950 und 1990 entwickelten. Als erklärende Variable dient die Anzahl Zubringer je Stadt. Es wird eine räumliche instrumentelle Variable verwendet, ein Netzplan zur geplanten Ausführung des interstate highway Netzes von 1947. Die erklärende Variable korreliert stark, da das Netz und Zubringer grösstenteils nach Plan erfolgte. Die zu erklärende Variable korreliert jedoch nicht mit der IV, da damals hauptsächlich wirtschaftliche und militärische Gründe beim Netzentwurf eine Rolle spielten, nicht jedoch die Erschliessung des Umlands von Kernstädten. Ohne Ausbau des interstate highway Netzes wären in den untersuchten 40 Jahren Kernstädte im Schnitt um 8% gewachsen, statt um 17% zu schrumpfen.

Tabelle 5 Eigenschaften der Studie Baum-Snow (2007)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Anzahl Äste je Agglomeration	Bevölkerungsentwicklung, Dichte in 139 Agglomerationen	-	USA	36*250 Zähl-Gebiete (census tracts)	1950-1990	40 Jahre
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Volkszählung Strassen-GIS (PR-511 data) Staatliche Statistik	Forschung	Differenzen Regressionen (OLS, IV-OLS) Multilevelregressionen	Kontrollvariablen wie simuliertes Einkommen	IV: Nationaler interstate highway Plan von 1947, auf Exogenität geprüft	Pro Ast verliert die Kernstadt 18% Einwohner	Autobahnbau kann circa einen Drittel in der Bevölkerungsvarianz erklären

Garcia-Lopez et al. (2013) legen dar, wie der Autobahnbau in Spanien in den letzten Jahrzehnten die Zersiedelung in den Agglomerationen verursachte. Die untersuchten 135 Agglomerationen werden in Kernstadt und Umland unterteilt. Mittels Regressionen der Veränderung des Autobahnausbaus und wenigen Kontrollvariablen auf die Veränderung der Bevölkerung wird dieser Effekt quantifiziert und isoliert. Der Autobahnausbau wird mit der Anzahl Zubringer in der Agglomeration gemessen. Um Endogenitätsprobleme zu lösen, also die Kausalität festzulegen, wird mit Instrumentvariablen wie etwa dem römischen oder Postkutschen-Netz gearbeitet. Pro gebauter Autobahnast verliert die Kernstadt 5% Bevölkerung. Mit weiteren Regressionen, die die Differenz in Variablen wie Nähe zur Autobahn, Auffahrt oder Stadtzentrum beinhalten, kann die Wachstumsstruktur innerhalb der Agglo-Gemeinden erklärt werden.

Tabelle 6 Eigenschaften der Studie Garcia-Lopez et al. (2013)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Autobahnnetz: 1. Anzahl Äste je Stadt. 2. Distanz zum nächsten Auffahrt	Anzahl Einwohner in 135 Agglomer- ationen	-	Spanien	1'300 Gemeinden	1991-2011	15 Jahre (1991 und 2006)
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Volkszählung 1991 Volkszählung 2011 GIS der Strassen	Forschung	Absolute Differenz Änderungsraten Regressionen (OLS, TSLS)	Unter-Stichproben nach Weite zu Autobahn- anschluss. Kontrollvariablen wie Fläche.	IV: historische Strassennetze, auf Exogenität geprüft. Placebo- Regressionen mit Bevölkerungszahl en 1981-1991.	Pro Autobahnast verlor das Stadtzentrum 5% Einwohner. Agglogemeinden mit Autobahnanschluss wuchsen 4,6% schneller als der Durchschnitt.	Hinweis, wie sich Zersiedlung bremsen lässt.

Hornung (2012) untersucht an Hand historischer georeferenzierter Daten über drei Jahrzehnte den Einfluss von Bahnhöfen auf das Bevölkerungswachstum sowie die Arbeitsplatzstruktur im damaligen Preussen von 1840 bis 1871. Städte mit Bahnhof wuchsen im Schnitt um ein bis zwei Prozent schneller pro Jahr als Städte ohne Bahnhof. Ein Grund dafür ist, dass in solchen Städten die Firmengröße höher ist und dementsprechend Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter benötigt werden. Die Bevölkerungsdaten sowie Eisenbahnnetzinformation liegen in Abständen von drei Jahren vor. Das erlaubt Analysen mit fixen Effekten; einerseits für die Städte, somit schaut man den Verlauf jeder Stadt über die Zeit separat an, und andererseits pro Zeitstand, so kann für nationale Trends kontrolliert werden. Zudem wird mit Instrumentvariablen gearbeitet: Start- und Endpunkte der Linien werden aus der Stichprobe entfernt. Die Überlegung dahinter

ist, dass Linien gebaut wurden, um den Start- mit dem Endpunkt zu verbinden. Hier hätte man aber Endogenitätsprobleme. Bei allen Orten dazwischen jedoch nicht, weil diese per Zufall einen Bahnanschluss erhalten haben. Somit lässt sich die Kausalität quantifizieren. Mittels Kontrollvariablen werden weitere Einflüsse berücksichtigt.

Tabelle 7 Eigenschaften der Studie Hornung (2012)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Anschluss ans Eisenbahnnetz (0/1)	Bevölkerungs-entwicklung	Arbeitsplätze, Firmengrösse	Preussen	978 Städte	1840-1871	Alle 3 Jahre
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Eisenbahn-GIS Öffentliche Statistik	Forschung	Querschnitt- und Längsschnitt-regressionen; Start-, Kreuzungs- und Endhaltepunkte weglassen	Kontrollvariablen wie Strassenzugang, Landreserven, Altersstruktur, Bildung, Eingemeindung	IV: gerader Korridor zwischen Start- und Endpunkt Fixed-effect panel: Fixer Effekt Stadt (nur noch Varianz innerhalb Städten); fixer Effekt Zeit	Städte mit Bahnhof wuchsen im Schnitt 1-2% schneller als die anderen	Robustheitstest: Abgleich von un/behandelten Nachbarorten (matching)

Chatman und Noland (2014) stellen eine zweistufige Analyse an, erstens ÖV auf Siedlungsstruktur und zweitens Siedlungsstruktur auf Produktivität. Die Siedlungsstruktur wird mit drei Ansätzen gemessen und zwar Kernstadt-Arbeitsplatzdichte, Arbeitsplatzdichte im urbanen Gebiet und die Einwohnerzahl in der Agglomeration. Die Produktivität wird mittels Löhnen oder dem Bruttosozialprodukt der Agglomeration gemessen. Der Verkehr schliesslich wird lediglich durch eine Reihe von Kenngrössen wie angebotene Fahrzeugkilometer pro Person, Schienendichte usw. abgebildet. Die Daten beziehen sich auf 354 der in den USA als Metropolitanräume bezeichneten Gebiete. Die Siedlungsstruktur ist also in der ersten Stufe abhängige Variable; sie und die erklärenden ÖV-Daten stammen aus dem Jahr 2007. Für die zweite Stufe, in der die Siedlungsstruktur erklärende Variable ist, stammen die Daten mit einem Versatz von vier Jahren aus dem Jahr 2004 und die Produktivitätsdaten aus dem Jahr 2008. Zusätzlich wird hier instrumentiert mit historischen Verkehrs- und Bevölkerungsdaten um 1900. In den Regressionen ist eine Reihe von Kontrollvariablen, in der ersten Stufe zum Beispiel das Strassennetz, in der zweiten Stufe zum Beispiel der Wirtschaftssektor, eingebaut. Zusammengefasst handelt es sich um einen sehr komplex aufgebauten Querschnittsvergleich. Dieser Aufbau erlaubt es, ohne Endogenitätsprobleme den ÖV-spezifischen Effekt zu quantifizieren. Es zeigt sich, dass dieser substantiell ist. Zum Beispiel, den Erklärungskanal über Kernstadtdichte an Arbeitsplätzen nehmend, führt eine Erhöhung um zehn Prozent der Bus- und Zug-Sitzplätze zu einer Nettoerhöhung der Löhne zwischen 0,23 und 0,2 Prozent. Die Autoren weisen schliesslich darauf hin,

dass erstens ihre Resultate weiterer Überprüfung bedürfen und zweitens die Aussagen davon abhängen, ob man mit relativen oder absoluten Werten operiert. Bei relativen, zum Beispiel Prozent-Elastizitäten, sind die Effekte bei kleinen Agglomerationen grösser als bei grossen und bei denjenigen Agglomerationen mit einem bereits gut ausgebauten ÖV. In absoluten Elastizitäts-Werten treten die grössten Effekte in grossen Agglomerationen mit gutem ÖV auf.

Tabelle 8 Eigenschaften der Studie Chatman und Noland (2014)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
ÖV-Kenngrössen (pkm, Fzkm etc.), keine Reisezeit	-	Produktivität	USA	354 Agglomerationen, für gewisse Variablen Quartier	2003-2008	(2004-2007), keine wiederholte Messung
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik Strassen GIS Instrumente: Forscher	Forschung	Simultane Regressionen (erste Stufe), Produktionsfunktion (zweite Stufe)	2stufige Schätzung, Kontrollvariablen wie Sektoren	Instrumentvariable (historische ÖV-Investitionen), zeitlicher Versatz (temporal lag) der unabhängigen Variable	Substanzielle positive Effekte, vor allem in grösseren Agglos mit gutem ÖV-Netz	Unterscheidung beim Nutzen in relative und absolute Zahlen ändert Resultat

3.3.2 Räumliche Kontrollvariable

Maciel und Biderman (2013) untersuchen, wie sich die Inbetriebnahme einer Ringautobahn um Sao Paulo auf die Bodenpreise auswirkte. Da die Autobahn in Etappen eröffnet wurde, können Vergleichsgebiete definiert werden: betroffene Gebiete und nicht-betroffene Gebiete, um den Erreichbarkeitseffekt zu messen. Mittels eines bereits erhobenen Indikators für Bodenpreise vor und nach Bau und Öffnung der Autobahn und Gruppen nach Entfernung zu Auffahrten wird der Difference-in-difference Ansatz angewendet. Grundstücke ausserhalb der Ringautobahn, insbesondere nahe der Auffahrten, wurden um bis zu 133% teurer bei Bau des Abschnittes. Gleichweit entfernte, jedoch innerhalb der Ringautobahn liegende Grundstücke verloren deutlich an Wert.

Tabelle 9 Eigenschaften der Studie Maciel und Biderman (2013)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Luftdistanz zum Stadtzentrum und Aufgang	Landpreise	Landpreise	Sao Paulo und Agglomeration	7*392 Parzellen	1985-2006	10 Jahre (bis Anündigung), 7 Jahre (bis Eröffnung), 4 Jahre (Betrieb)
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Statistik zu Preisen bei Erstverkauf Öffentliche Statistik (Landnutzung usw.)	Forschung	Difference-in-difference (in der Nähe/Ferne einer Auffahrt; vor/nach Eröffnung)	Hedonische Landpreismodelle mit weiteren Variablen	Behandelte Gruppe und nicht-behandelte Theorie	Asymmetrisch: 72 bis 133% Anstieg während Intervalle 2 und 3 für ausserhalb gelegene und Rückgang um 40% während Intervall 3 für innerhalb gelegene Parzellen	-

Jones (2015) behandelt in diesem Übersichtsbericht die Auswirkungen der Erweiterung der Jubilee Line in Ost-London. Die meisten zu Grunde liegende Studien wurden zwischen 1995 und 2005 ausgeführt. Betrachtet werden die rein verkehrlichen sowie die allgemeinen Auswirkungen auf Bevölkerung, Arbeitsplätze, Bodenpreise und Stadtentwicklung und dies im gesamten Korridor der Erweiterung sowie um die neuen Stationen herum. Die Erhebung von Daten beginnt sehr früh zur Zeit des Parlamentsbeschlusses 1989 und endet zwei Jahre nach Eröffnung 2001. Die Datenbank speist sich aus öffentlichen, erfragten und kommerziellen Quellen. Ein Grossteil dieser Arbeit geschah im Vorfeld der Eröffnung. Methodisch stützten sich die Aussagen auf Differenzen bestimmter Indikatoren wie Motorisierungsgrad, Arbeitslosenquote, Steuereinkünfte etc., die mit einer Mischung aus verschiedenen qualitativen (Interviews usw.) und quantitativen Methoden interpretiert werden. Bei letzteren hat man sich bewusst gegen hedonische Preise entschieden, da der Untersuchungsraum zu einzigartig und komplex erschien. Wichtigstes Mittel ist jedoch der Abgleich pro Indikator mit Referenzgebieten – Räume, die bezüglich eines bestimmten Indikators identisch sind. Diese sind vor allem boroughs in Londons Osten. Statt also eine Vergleichsregion, die komplett identisch sein soll, werden verschiedene herangezogen, die bezüglich eines Indikators identisch sind. Kausalität konnte nur beschränkt ermittelt werden. Die wichtigsten Resultate zeigen einen überdurchschnittlichen Anstieg der Bodenpreise, Bautätigkeit und der Stellen. Allerdings sinkt die lokale Arbeitslosigkeit nicht, da die Stellen von besser ausgebildeten und wohlhabenden Zuzüglern oder Pendlern besetzt wurden.

Tabelle 10 Eigenschaften der Studie Jones (2015)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Station (0/1), Reisezeit auf U-Bahn Netz	Einwohner-, Landpreisentwicklung	Beschäftigungsentwicklung, Immobilienpreisentwicklung	Südost-London	Ganzer Korridor sowie Ringe um Stationen mit verschiedenen Radien	1989-2001	1989 (Parlamentsbeschluss) bis 1999 (Eröffnung) und 1999 bis 2001
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Umfragen Öffentliche Statistik Private Immobilienstatistik	Universität im Auftrag einer Behörde	Differenzen	Festlegung von Referenzgebieten pro Indikator und Vergleich derer mit Korridorgebiet	Verschiedene qualitative und quantitative Ansätze	Keinen Einfluss auf lokale Arbeitslosenquote, gut bezahlte Jobs durch Zuzügler besetzt; Preisanstieg für Boden; überdurchschnittliches Bevölkerungswachstum	Kausalität ist schwierig ermittelbar

Eliasson (2012) untersucht als Autor einer staatlichen Evaluationsbehörde die Effekte der Transportzuschüsse an Unternehmen im abgelegenen schwedischen Norden. Untersucht wird ob sich die künstliche Verminderung der Transportkosten auf den Umsatz und die Anzahl Arbeitsplätze in den 600 bis 700 betrachteten Firmen auswirkt. Die nötigen Angaben stammen aus staatlichen Datenbanken, was Zahlungen, Umsatz etc. anbelangt, und für den Rest aus der öffentlichen Statistik. Der gewählte Ansatz macht sich das quasi-natürliche Experiment zu Nutze, dass solche Beiträge nur innerhalb bestimmter Provinzen gewährt werden. Damit entsteht im Süden dieser Provinzen eine Grenze – nördlich davon gibt es Zuschüsse, südlich davon keine. Es liegt damit eine räumliche Kontrollgruppe und eine behandelte Gruppe vor. Voraussetzung für die Quantifizierung der Effekte ist, dass sich die zwei Gruppen komplett ähneln bis auf die Zuschüsse. Im Sinne dieses Ideals wird die Analyse auf die Sägewerkindustrie beschränkt. Das erste Resultat zeigt eine positive Korrelation zwischen Zahlungen und Arbeitsplätzen beziehungsweise Umsatz. In einem zweiten Schritt werden zusätzlich Kontrollvariablen konstruiert und eingebaut. Sie umfassen einerseits wirtschaftliche Kenngrößen wie Angaben zu Sozialbeiträgen, Ausbildungsabkommen etc. und andererseits erreichbarkeitsmass-ähnliche Größen zur Absatzmarktgröße. Auf diese Weise verschwinden die Effekte grösstenteils und ein kausaler Zusammenhang zwischen Zuschüssen und Arbeitsplätzen beziehungsweise Umsatz ist nicht mehr sichtbar. Um weitere Aussagen zur Kausalität machen zu können, wären Datenpunkte von der Zeit vor den Subventionen nötig.

Tabelle 11 Eigenschaften der Studie Eliasson (2012)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Kompensationszahlungen für Transportdistanz	-	Arbeitsplätze, Umsatz	Nord-Schweden	600-700 Firmenstandorte	1997-2009	jährlich
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Staatlich Öffentliche Statistik	Behörde	Kontrollgruppe	Ausschluss von Unternehmen mit Sonderfaktoren	Ist nicht eindeutig	Korrelation zwischen Subventionen und Umsatz, aber Kausalität offen	-

Graham (2014) stellt zwei Fallstudien vor, die eine zu Strassen in den USA und die andere zu Schnellzügen in Spanien. Sie sind in eine grundsätzliche Betrachtung zu ex-post Analysen eingebettet. Der Forscher untersucht in der ersten Fallstudie die Auswirkungen des Ausbaus des Strassennetzes auf die Produktivität, gemessen über Löhne, und auf Änderungen in der Verkehrsnachfrage. Er verwendet jährliche Daten von 101 Städten in den USA zwischen 1982 und 2007. Die Grundidee ist die räumliche Kontrollgruppe. Die Schätzung ist jedoch mit einer Reihe weiterer Variablen und Spezifikationen aufgebaut, in Bezug auf die Frage der Kausalität vor allem mit dem Ansatz, die zeitliche Varianz auszunutzen. Die raumökonomischen Instrumente in dieser Studie gehen über die hier gewünschte Komplexität hinaus, da sie in eine theoretische Abhandlung integriert sind, und sind sehr datenintensiv. Die Resultate zeigen, dass es zwischen Infrastrukturausbau und Produktivitätsgewinne keine und zwischen induzierter Nachfrage einen positiven Zusammenhang gibt. „Normale“ Regressionen hätten bei beidem einen positiven Zusammenhang berichtet.

Tabelle 12 Eigenschaften der Fallstudie USA Graham (2014)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Länge des Strassennetzes	Änderung der Verkehrsnachfrage	Produktivität	USA	101 Städte	1982-2007	jährlich
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Texas Transport Institute Rest: unbekannt	Forschung	Kontrollgruppe, verschiedene Spezifikationen	Verschiedene Spezifikationen	Zeitversetzte Regressionen	Kein Effekt auf die Produktivität, jedoch Mehrverkehr bewirkt.	Die Vorgehensweise ist verkürzt wiedergegeben

Nilsen et al. (2016) untersuchen die Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt, nachdem Brücken Fähren ersetzt haben. Drei Insel-Regionen an Norwegens Westküste werden dadurch besser an Städte auf dem Festland angebunden, denn die Reisezeit sinkt massiv, dafür sind die Strassengebühren etwas höher als die Fähpreise. Betrachtet werden vor allem die Entwicklung in Firmen in den drei Regionen bezüglich Standortwahl, Beschäftigte und Umsatz sowie das Pendlerverhalten. Dazu werden Daten zu 19'000 Firmen ausgewertet. Sie stammen aus öffentlichen Inventaren und Statistiken und zum Teil aus Befragungen mittels Fragebögen. Grundsätzlich wird zwischen vor und nach der Brückeneröffnung 2008/9 unterschieden, wobei die Daten den Zeitraum 2003 bis 2014 abdecken und einige weiter zurück reichen. Die Hauptmethode besteht in einer Differenz-in-Differenz in Kombination mit Kontrollgebieten. Mit einer Trendanalyse wird untersucht, ob die Differenz vor Eröffnung im behandelten wie auch im Kontrollgebiet identisch ist. Unterschiede in der Differenz nach der Eröffnung werden dem Brückenbau zugeschrieben. Gewisse kausale Zusammenhänge werden zudem aus den Fragebogen-Daten abgeklärt. Es zeigt sich, dass im Vergleich zu den Kontrollregionen in den neu mit Brücken erschlossenen Inseln mehr Firmen hinziehen, die Pendlerintensität zunimmt und insgesamt mehr Beschäftigte wohnen oder arbeiten. Zum Umsatz zeigen die Modelle keine eindeutigen Ergebnisse.

Tabelle 13 Eigenschaften der Studie Nilsen et al. (2016)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Eröffnung einer Brücke statt Fähre	Pendleranteil	Firmenstandort, Beschäftigte, Umsatz	Westküste Norwegens	3 Region mit total 19'000 Firmen	1986 oder 2003 bis 2014	Vor und nach 2008/9 Eröffnung
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik Eigene Umfragen, Erhebungen von 28 Firmen	Forschung	Differenz-in-Differenz	Kontrollregion, Trendanalyse	(Trendanalyse), Umfrage	Neu verbundene Inseln ziehen mehr Firmen an. Mehr Pendler, mehr Beschäftigte.	

3.3.3 Integrierte Verkehr-Landnutzungsmodelle

Geurs et al. (2012) berichten, wie integrierte Verkehr-Landnutzungsmodelle räumliche Aspekte (Bevölkerung- und Arbeitsplatzentwicklung) beschreiben und Effekte quantifizierbar machen. Anhand einer Fallstudie werden die Vorteile solcher dynamischen Verkehr-Landnutzungsmodelle (LUTI Modelle) aufgezeigt. Die Fallstudie ist Almere bei Amsterdam, wo die gegenseitige Beeinflussung einer neuen Siedlung von 60'000 Wohneinheiten und eines Ausbaus des

öffentlichen Verkehrs untereinander und bezüglich Arbeitsplätze evaluiert werden. Der volkswirtschaftliche Haupteffekt stammt aus den circa 120'000 neuen EinwohnerInnen, die sowohl den regionalen Arbeitsmarkt sowie das Verkehrsangebot beeinflussen. Die Effekte aus Ausbau und Anpassung der Verkehrsinfrastruktur alleine sind dagegen eher gering. Im Fokus stehen einerseits Reisezeitgewinne und andererseits die räumliche Gestaltung gemäss einer auf Erreichbarkeitsgewinne optimierten Raumplanung. Dabei wird die überregionale Bevölkerungsmenge sowie das Bauland als fix betrachtet, was laut den Autoren das Resultat zum Teil beeinflusst; auch Modusverschiebungen und Agglomerationseffekte sind ausgeklammert. Die Studie zeigt, dass eine optimal abgestimmte Verkehrs- und Raumplanung der Öffentlichkeit einen jährlichen Nutzengewinn zwischen 90 und 130 Millionen Euro in den untersuchten Nutzenkategorien bringt. Dabei sind die Reisezeitgewinne alleine zwar wichtig, wichtiger sind aber die Erreichbarkeitsgewinne, die sich aus einer effizienten Verteilung von Bevölkerung und Arbeitsplätzen ergeben.

Tabelle 14 Eigenschaften der Studie Geurs et al. (2012)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Generalisierte Kosten je Zone	Einwohner	Arbeitsplätze	Amsterdam-Almere NL	Verkehrszonen	2010-2030	jährlich/ alle 5 Jahre
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Nationales Verkehrsmodell Öffentliche Statistik, Befragung, Normen	Forschung	Integriertes Landnutzungs-Verkehrsmodell	Detaillierte Modellierung der Erreichbarkeit mittels Logsum-Mass	Theorie	Gewinne durch räumliche Optimierung > Reisezeitgewinne; total 90 bis 130 Mio. Euro	<i>Keine ex-post Analyse im eigentlichen Sinne</i>

Börjesson et al. (2014) untersuchen die räumlichen und volkswirtschaftlichen Effekte des Baus der Stockholmer Metro in den 1950er Jahre mittels einer ex-post Kosten-Nutzen-Analyse (KNA). Sie verwenden dazu einerseits die offiziellen Normen zur KNA, das Schwedische Verkehrsmodell sowie öffentliche Statistiken. Der Hauptansatz ist ein Vergleich dreier Szenarien: 1. die Realität: Das bestehende Tramnetz wurde 1956 durch ein weiter reichendes Metro-System ersetzt, gekoppelt mit einer aktiven staatlichen Nutzungsplanung. 2. wiederum die Umstellung auf Metro, jedoch mit einer Landnutzung gemäss Marktkräften. 3. die Weiterführung des Tramnetzes mit einer Landnutzung gemäss Marktkräften. Für die zwei hypothetischen Szenarien wird mit dem Programm Landscapes die Wechselwirkung von Erreichbarkeit und Bautätigkeit modelliert. Die Arbeitsplatzverteilung wird jedoch konstant gehalten. Dabei ist eine Reihe von Entscheidungsregeln zu bestimmen. Sie werden mittels aktuellen Auswertungen am Ende der Betrachtungsperiode bestimmt und als rückwirkend bis 1950 konstant angenommen.

Auch zur Kapazität der öffentlichen Verkehrsmittel, vor allem den hypothetischen Trams, werden Annahmen getroffen und in die generalisierten Reisekosten integriert. Zusätzlich zu den Standardgrößen der KNA werden die Agglomerationsgewinne in Abhängigkeit der Lohnentwicklung miteinbezogen. Auch diese Elastizität wird über die Zeit konstant gehalten. Mit dieser Analyse ist es möglich, den Effekt der Metro-Einführung bezüglich volkswirtschaftlichen und räumlichen Kenngrößen zu isolieren. Dies geschieht statt eines Vergleichs von Vergleichsregionen vielmehr mit dem Vergleich verschiedener Szenarien an einem Ort. Die Nutzen und Kosten werden so jährlich quantifiziert und aufsummiert. Dabei werden raumökonomische Effekte mit modelliert und addiert. Sie sind gross und machen bei der Metro rund die Hälfte des gesamten Nettonutzens aus. Ganz allgemein brachte die Umstellung auf das Metrosystem mehr Nutzen als Kosten. Allerdings hat sie im Vergleich zur möglichen Entwicklung ohne Metro zu einer disperseren Bevölkerungsverteilung geführt – wobei dies laut Modell grösstenteils durch die dazugehörige Nutzungsplanung bedingt ist. Das heisst, an zentralen Orten hätte es eine grössere Nachfrage gegeben als die damals aktuellen Zonenpläne zuliesse. Mit einem Tramnetz wäre dies auch der Fall gewesen, jedoch näher am Zentrum Stockholms.

Tabelle 15 Eigenschaften der Studie Börjesson et al. (2014)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Reisezeit, Erreichbarkeit	Räumliche Bevölkerungsverteilung, volkswirtschaftlicher Nutzen	Agglomerationsgewinne	Stockholm und Agglomeration	Verkehrszonen, circa 0,1 -1 km ²	1950-2006	(jährlich), keines
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Offizielle Normen und Verkehrsmodell Öffentliche Statistik	Forschung	Differenzen, KNA-Norm, Modelle mit räumlichem und zeitlichem Versatz	Modellierte Vergleichszustände: Realität, Metro+Markt, Tram+Markt	(Landnutzungsmodell)	Die Metro Stockholm lohnt sich volkswirtschaftlich; wenig Einfluss auf Raum im Vergleich zu staatlicher Planung	Mehrere Annahmen, keine Sensitivitätsanalyse

Auch Levinson et al., (2014) verfolgen einen Ansatz in Richtung Verkehrs-Landnutzungsmodelle. Sie modellieren die Frage, ob bei der Entwicklung des U-Bahnnetzes in London die damaligen Verkehrsunternehmen Erreichbarkeitsanalysen machten.

Manaugh und El-Geneidy (2012) wiederum modellieren, ebenfalls ähnlich zu den präsentierten Arbeiten, in ihrer Studie im urbanen Gebiet, inwiefern sozioökonomisch schwache Personen von Erreichbarkeitsveränderungen profitieren. Allerdings ist ihr Ansatz grösstenteils ex-ante, nicht ex-post.

3.3.4 Hedonische Preise

Gjestland et al. (2012) gehen den Arbeitsmarkteffekten in Norwegen nach dem Bau einer Brücke über Fjorde und somit totaler Veränderung der Erreichbarkeitswerte in der Region nach. Im Südwesten Norwegens wurde 2001 eine Brücke über eine Meerenge eröffnet, die die generalisierten Kosten in der Gegend massiv senkte. Die Autoren messen die MIV-Erreichbarkeit bezüglich Arbeitsplätzen mittels eines Gravitationsansatzes, der die verschiedenen Kostenelemente – Reisezeit, Zeit für den Autoverlad per Fähre und Maut (Fähre beziehungsweise neue Brücke) – exakt abbildet. Pro Postleitzahlgebiet wurden zudem während der Periode vor der Eröffnung seit 1992 und der Periode nach Eröffnung bis 2009 die Verkaufspreise von Immobilien ermittelt. Die Informationen stammen aus öffentlichen Statistiken, Grundbüchern und aus einem privaten Immobilienportal. Schliesslich konnte ein hedonisches Preismodell für 1415 Einfamilienhäuser aufgestellt werden. Daraus konnten Wertsteigerungen zwischen 5'000 und 80'000 NOK² abgeleitet werden, die rein aus Erreichbarkeitsgewinnen stammen. Die Kausalität ergibt sich aus dem Konzept von hedonischen Preisen.

Tabelle 16 Eigenschaften der Studie Gjestland et al. (2012)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Erreichbarkeit mit Gravitationscharakter (MIV-Reisezeit, Fähre, Maut) bezüglich Arbeitsplätzen	-	Wert für den Arbeitsmarkt von Infrastrukturen	Südwesten Norwegens	Postleitzahlgebiet	1992-2009	9 und 8 Jahre (bis/nach 2001 = Brückenöffnung)
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik Grundbuchauszüge Privates Immobilienportal	Forschung	Hedonisches Modell der Verkaufspreise von 1415 EFH während Zeitperiode	Kontrollvariablen (Eigenschaften des Hauses)	Theorie, Umkehr macht wenig Sinn (Brückenbau wegen steigender Hauspreise)	Regional sehr unterschiedlich: 15 Minuten Fahrzeit von der Brücke führt am einen Ort zu 5'000, am anderen Ort zu 80'000 NOK Mehrwert	Nutzungsgebühren können Erreichbarkeitsverbesserungen mindern

Chen and Haynes (2015) quantifizieren den Einfluss der Hochgeschwindigkeitszugstrecke zwischen Peking und Shanghai auf Immobilienpreise. Sie verwenden dazu Angaben zu 1016 Immobilien aus 22 Städten im Korridor aus dem Frühling 2014. Die Daten stammen von ausgeschrieben Immobilien und jeweils aus dem Umkreis von 50km einer Station. Jeder Datenpunkt beinhaltet die MIV-Reisezeit zum nächsten Bahnhof sowie eine Reihe Kontrollvariablen zur Immobilie (Fläche etc.) und zur Umgebung (Grünraum etc.). Damit ist es möglich, den

² 100 NOK entsprechen circa 12 CHF

Einfluss des Zugangs zu einer Hochgeschwindigkeitslinie auf die Immobilienpreise zu schätzen. Dieser ist positiv, tritt in den grösseren Städten jedoch kaum auf. Das wird damit erklärt, dass dort die Preise nachfragebestimmt und durch die Zahlungskraft der Bevölkerung limitiert sind. Um diese und verwandte Endogenitätsprobleme zu mildern, werden zwei Variablen auf Stadt-Ebene zu Einkommen und Bevölkerungsdichte eingeführt. Eine abschliessende Prüfung auf Kausalität wird jedoch nicht gemacht und einzig auf die hedonische Theorie verwiesen.

Tabelle 17 Eigenschaften der Studie Chen and Haynes (2015)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
50km Umkreis um Station; Reisezeit zur Station	Immobilienpreise	-	22 Städte im Korridor Peking-Shanghai	Grundstück oder Gemeinde	2014	-
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Karten Immobilienportal	Forschung	Hedonische Modelle für 1016 Immobilien während der Zeitperiode	Kontrollvariablen	Gemeinde-Variablen. Theorie	Hochgeschwindigkeitszuganschluss treibt die Preise in die Höhe, in grossen Städten ist der Effekt gering	Autoren weisen auf räumliche Korrelation hin

3.3.5 Paneldatenanalyse

Kline und Moretti (2014) beschäftigen sich mit einer Region in Tennessee. Sie erhielt als einzige Gegend zwischen 1940 und 1960 Strukturhilfe der amerikanischen Regierung in Form von Investitionen in Infrastruktur, ein grosser Teil davon Verkehrsprojekte. Weitere Gegenden hätten folgen sollen, das Budget dafür wurde aber gestrichen. Die Autoren untersuchen vor allem die Auswirkungen auf Beschäftigung und Verschiebungen zwischen Sektoren. Sie betrachten verschiedene Zeiträume, unter anderem auch 1960 bis 2000, um die Langzeiteffekte abzubilden. Die Daten liegen auf Kreisebene (county) und in 10-Jahres-Intervallen vor. Diese Panel-Struktur wird genutzt, um Resultate zu erhalten. Um die Effekte aus der Strukturpolitik zu isolieren, werden verschiedene Ansätze mit Vergleichsregionen angewendet. In diesem Zusammenhang wird mittels einer Reihe von Kontrollvariablen die Gleichheit der behandelten und unbehandelten Gruppe modelliert. Mit Pseudoregressionen werden diese Annahmen überprüft und dabei auch Endogenitätsprobleme ausgeräumt. Mit Pseudoregression ist gemeint, dass die Regression den modellierten Effekt auf die Zeit 1900-1940 annimmt – was nichts angeben sollte, da der Effekt nicht zurück wirken kann. Falls dem so ist, ist sichergestellt, dass der Erklärungsansatz zulässig ist. Es zeigt sich, dass in den meisten Sektoren nur während der Strukturpolitik positive

Effekte entstehen; nach dem Ende der Massnahmen bleibt nur bei der Industrie ein positiver Langzeiteffekt durch Agglomerationseffekte.

Der zweite Teil der Arbeit geht mit aufwändigen Methoden der Frage nach, ob diese Art von Strukturpolitik nicht letzten Endes ein Nullsummenspiel ist, da es sich dabei auch nur um eine räumliche Verschiebung von ökonomischer Aktivität handeln könnte. Dies sei in diesem spezifischen Beispiel zu einem grossen Teil der Fall, meinen die Autoren.

Tabelle 18 Eigenschaften der Studie Kline und Moretti (2014)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Von Investitionen in Infrastruktur betroffen (0,1)	(Einkommen)	Beschäftigte nach Sektor	Tennessee, USA	Landkreis	1900-2000	1900-1940; 1940-1960 (Programm in Kraft); 1940-2000 - alle in Dekaden
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik Eigene und veröffentlichte Daten	Forschung	Panel	Vergleichsregionen in Kombination mit Kontrollvariablen	(Pseudo-Regressionen)	0.3% Zusatzproduktivitätsgewinn im Industriesektor, national gesehen	Fokus: Langzeitwirkung

Falcidieno et al. (2013) setzten sich in dieser Untersuchung als Teil eines grösseren Projekts mit Erreichbarkeit in Europa auseinander. Die Autoren der Studie untersuchen, wie Erreichbarkeitsverbesserungen und Wohlstandsindikatoren in Westeuropa zusammenhängen. Dabei wird mit einer multimodalen Erreichbarkeit – jeweils die schnellste Kombination aus Strassen-, Schienen- und Luftverkehr zwischen 336 Regionen – und separat mit der Aktivität auf Flughäfen gearbeitet. Die Daten decken den Zeitraum 1990, zum Teil auch ein paar Jahre später, bis 2010 ab und wurden teilweise extra für das Gesamtprojekt erstellt oder stammen aus privaten Quellen, zum Beispiel vom Aviation Council International (ACI). Im Zentrum stehen wirtschaftliche Kenngrössen wie Bruttoinlandsprodukt (BIP) oder Produktivität. Um die Beeinflussung dieser Masse zu quantifizieren, werden in erster Linie verschiedene Regressionen angewendet. Die Auswahl einer bestimmten Regressionsform wird mit statistischen Tests überprüft. Um andere Einwirkungen herauszurechnen, werden einerseits bestimmte Regressionsformen verwendet und andererseits Kontrollvariablen wie die Besteuerung oder Regulierungsdichte miteinbezogen. Die Resultate zeigen positive Zusammenhänge und messen der Erreichbarkeit eine wichtige Rolle zu, nur die Verfügbarkeit gut ausgebildeter Arbeitskräfte ist wichtiger. Die Frage zur Kausalität wird vor allem in Bezug auf die Flughäfen genauer betrachtet. Dafür wird der Granger-Test angewendet und die folgenden Aussagen sind nur indikativ. Es zeigt sich, dass in

allen Fällen ein Effekt vom Wohlstand beziehungsweise der wirtschaftlichen Aktivität auf das Angebotsniveau am Flughafen besteht. Dieser Effekt ist jedoch gering. In die andere Richtung besteht nur ein Effekt von der Verkehrsinfrastruktur auf den Wohlstand in peripheren Regionen, bei Flughäfen in Kerngebieten kann kein Effekt in diese Richtung festgestellt werden.

Tabelle 19 Eigenschaften der Studie Falcidieno et al. (2013)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Erreichbarkeit, Flugpassagiere	Bevölkerung	BIP, Arbeitsplätze, Produktivität	Westeuropa	336 Regionen (NUTS2 oder NUTS3)	1990-2010	-
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
BAK Basel ACI	Organisation (Private, Forschung)	Regression mit fixen Effekten	Kontrollvariablen wie Besteuerung usw.	Granger-Test, Paneldaten-Modell	Positive Korrelation, Kausalität wechselnd je nach Fall	Nur indikativ, nicht bestätigend

Iacono and Levinson (2012) untersuchen bei drei Erweiterungen von Fernstrassen die Veränderungen in den Einkommen und Anzahl Beschäftigte. Die Daten sind von der staatlichen Statistikbehörde zur Verfügung gestellt und decken rund 20 Jahre ab. Sie liegen auf Bezirksebene vor und beziehen sich alle auf ländliche Gebiete in Minnesota im Norden der USA. Die Modelle betrachten jeweils den Bezirk, indem die Erweiterung stattfindet, sowie umliegende Bezirke. Zudem werden bei jedem der drei Projekt, die Beobachtungen in vor, während und nach dem Bau der Infrastruktur unterteilt. Die Modelle sind als Zeitreihen (Panel-Daten) aufgebaut und als Regressionen angelegt. Mittels Kontrollvariablen, der Entwicklung des nationalen BIP, der Entwicklung der Einkommen in Minnesota als Ganzes und der Bevölkerungsentwicklung je Bezirk, wird der Effekt durch die Strassen isoliert. Die Modelle zeigen keinen signifikanten Einfluss, weder auf die Löhne noch auf die Beschäftigung. Die Forscher weisen jedoch auf die relativ kurze Zeit der untersuchten Phase nach dem Bau hin. Es wird nicht weiter erklärt, warum das Bevölkerungswachstum als exogen angenommen wird.

Tabelle 20 Eigenschaften der Studie Iacono and Levinson (2012)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
3 Fernstrassen- erweiterungen	Einkommen Privat- wirtschaft	Beschäftigung	Ländliches Minnesota	Bezirk (county)	1991- 2009	Vor, während und nach Bau
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Statistikbehörde	Forschung	Panel-Daten Regressionen	Exogene Variablen: Nationales BIP, Durchschnittseinkommen des Staates, Bevölkerung im Bezirk	-	Kein Effekt sichtbar	Jedoch ist beobachtete Zeit nach Bau sehr kurz

Garcia-Lopez et al. (2016) untersuchen die Auswirkungen des Ausbaus von Autobahnen und der Eisenbahn in Europa zwischen 1991 und 2011 auf die Bevölkerungsverteilung in 579 europäischen Agglomerationen. Sie stellen dabei die Kernstadt dem Umland gegenüber. Die Daten auf Gemeindeebene stammen aus einer Reihe von Quellen; die Angaben zur Bevölkerung aus öffentlichen oder zumindest zugänglichen Statistiken, die Angaben zum Verkehrsnetz als GIS aus bestehenden Studien und aus selber digitalisierten GIS aus Papierkarten. Alle Daten sind räumlich verortet und als GIS eingesetzt. Zudem werden historische GIS der Verkehrsdaten verwendet. Sie dienen als instrumentelles Variablen-set in Panel-Form in den Schätzungen. Das heisst, auch die historischen Daten sind so modifiziert, dass sie wie die Daten im Zeitraum von Interesse, über eine Zeitspanne für jede der fünf Intervalle ein Gegenstück bilden. Durch die Panelstruktur und gleichzeitig fixer Effekte bezüglich der Agglomeration können stadtspezifische oder dekadenspezifische (zum Beispiel gesamteuropäisches Wirtschaftswachstum während einer bestimmten Dekade) herausgefiltert und der Beitrag der Verkehrsinfrastruktur herausgeschält werden. Die instrumentellen Variablen in der Regression stellen sicher, dass die Modelle Ursache und Wirkung eingrenzen können. Die Resultate zeigen, dass im Durchschnitt ein zusätzlicher Autobahnast die Bevölkerung in der Kernstadt um 4% reduziert. Bei der Eisenbahn gibt es keinen solchen Effekt. Detailliertere Auswertungen mit Subsets zeigen, dass der Effekt zu Beginn der Untersuchungsperiode stärker war und dass es markante Unterschiede zwischen den Regionen und Städten gibt. Die Autoren vermuten, dass hier die Raumpolitik und vor allem die historische Stadtstruktur – wie etwa die Stärke des Zentrums oder Stau/Strassenkapazität – eine Rolle spielen.

Tabelle 21 Eigenschaften der Studie Garcia-Lopez et al. (2016)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Autobahn-, Eisenbahnast, Anschlüsse, Stationen	Bevölkerung in 579 Agglomerationen	-	Europa	Gemeinde	1961-2011	5 Dekaden
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik Halböffentliche GIS Datensets verschiedener Papers Selbst produzierte GIS	Forschung	2stufige Regression mit fixen Effekten bezüglich der Agglomeration	Paneldaten-Struktur: Filtert Stadt- oder Dekadentrends heraus. Auswertungen zu Subsets	IV: Historische Verkehrsnetz-Daten als Panel	Pro Ast verliert die Kernstadt 4% ihrer Einwohner. Eisenbahn zeigt keinen Effekt.	Aufwändige und ergiebige Studie

Anderstig et al. (2012) untersuchen, wie sich Erreichbarkeitsverbesserungen auf die Einkommen auswirken. Dazu modellieren sie die Erreichbarkeit mittels Arbeitsplätzen und generalisierten Reisekosten, wobei sie die Zeitkostenansätze den Einkommensklassen anpassen. Die Untersuchung bezieht sich auf die Gegend um Stockholm und betrachtet die Zeit vor der Einführung der Strassengebühren zwischen 1985 und 2002 auf der Ebene Verkehrszone. Die Daten stammen aus einem zur Verfügung gestellten Verkehrsmodell und aus öffentlichen Erhebungen. In ihren Modellen betrachten sie statt der absoluten Werten jeweils die Differenzen über die Zeit und unterteilen die Regressionen nach den Einkommensklassen. Zudem trennen sie die Erreichbarkeit in einen Infrastruktur- und einen Strukturdatenteil auf, um Effekte durch Reisezeitverkürzungen auf die Einkommen zu isolieren. Die Resultate zeigen eine Elastizität zwischen infrastrukturbasierter Erreichbarkeitsverbesserung und den gemessenen Einkommen von drei Prozent. In einem zweiten Teil der Arbeit verwenden die Forscher die so ermittelten Werte, um die Arbeitsmarkeffekte der 2005 eingeführten Strassengebühren zu modellieren. Sie stellen den Erreichbarkeitsgewinnen und somit Wohlstandsgewinnen durch flüssigeren Verkehr dank der Strassengebühren die für die Nutzer anfallenden Kosten gegenüber, wobei wieder Einkommensklassen berücksichtigt sind. Dies geschieht jedoch quasi ex-ante, da sie mit den Werten für 1985-2002 auf die Zeit nach 2005 rechnen.

Tabelle 22 Eigenschaften der Studie Anderstig et al. (2012)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Erreichbarkeit mit generalisierten Kosten basierend auf erhobenen Zeitkostenansätzen	-	Einkommen	Agglomeration Stockholm	Verkehrszonen (0,1 bis 1km ²)	1985-2002	2, vor und nach 1993
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Verkehrsmodell Öffentliche Statistik	Forschung	Regressionen nach Einkommensklassen	Erreichbarkeit zerlegt in Infrastrukturteil und Strukturdatenteil	Panel-Daten (zeitliche Differenzen)	Eine 100%ige Verbesserung der infrastrukturbasierten Erreichbarkeit führt zu 3% mehr Einkommen.	Ex-post bezieht sich auf Entwicklung vor der Strassengebühr

3.3.6 Diverse Ansätze

Álvarez und Blázquez (2014) untersuchen, wie sich Veränderungen in Spaniens Strassennetz zwischen 1980 und 2007 auf die Produktivität ausgewirkt haben. Die totale Faktorproduktivität wird unterteilt in Effizienzgewinne und technologischen Wandel. Diese drei Grössen werden in Regressionen mit provinzspezifischen Kapitalinput, worunter einer der Gegenwert des Strassennetzes ist, erklärt. Durch die zeitliche und räumliche Varianz lässt sich der Einfluss des Strassennetzes isolieren. Zudem wird der Gegenwert nach den Belastungen auf dem Strassennetz aufgeschlüsselt in einen Teil, der der heimischen Provinz (intern) und den anderen Provinzen (extern) zu Gute kommt. Es zeigte sich, dass der meiste Nutzen gar nicht in der betroffenen Provinz anfällt, sondern über das nationale Netz in den anderen Provinzen und zwar umso stärker, je besser die Provinz erschlossen ist. Der positive Effekt der Verkehrsinfrastruktur ist vor allem bei der Effizienzkomponente der totalen Faktorproduktivität zu beobachten.

Tabelle 23 Eigenschaften der Studie Álvarez und Blázquez (2014)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Gegenwert aller Strassen	-	Totale Faktorproduktivität	Spanien	Provinzen	1980-2007	jährlich
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik Daten von Forschungsstellen Strassen GIS	Forschung	Grenztechnik (frontier technique) Ansatz: Reale wirtschaftliche Produktion versus optimal-effiziente Produktion ergibt <i>Differenz</i>	Regressionen mit Gegenwert der Strassen und allen weiteren öffentlichen Ausgaben, korrigiert mit den tatsächlich stattfindenden Verkehrsströmen	<i>Differenz</i> ermöglicht totale Faktorproduktivität zu zerlegen in technischen Fortschritt und Effizienz, somit von Variable Strassen abhängig. Paneldaten-Modell mit fixed effects	Strassen-Variable beeinflusst totale Faktorproduktivität als Ganzes sowie Komponenten technischer Fortschritt und Effizienz positiv, vor allem letztere	Die Effekte des Strassengegen-werts sind innerhalb der Provinz schwächer als ausserhalb

Stone et al. (2010) verwenden die Datenbank „Global Trade Analyst Project“ (GTAP)“ und erweitern diese in ein eigenes Modell weiter. Die Anwendung in der Mekong-Gegend basiert auf Ausbau und Verbesserung verschiedener Strassen in neun Korridoren, was kürzere Reisezeiten und tiefere Reisekosten (Verschleiss am Fahrzeug etc.) bedeutet. Es wird die Korrelation zwischen diesen Änderungen, dem Handelsvolumen und der Haushaltseinkommen betrachtet, auf regionale Grössen aggregiert. Wie genau die Effekte isoliert werden, ist unklar, und Aussagen zur Kausalität fehlen. Die Autoren schliessen, dass die Infrastrukturausbauten bis zu 36% des Wohlstandwachstums erklären und einen Beitrag leisteten, um die Armut zu verringern – allerdings mit grossen regionalen Unterschieden.

Tabelle 24 Eigenschaften der Studie Stone et al. (2010)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Transportkosten, Reisezeit	Armutsausmass, nach Haushaltstyp	Wirtschaftswachstum, Handel	Ganzer Mekong und Region	Haushalt (Armut); 9 Korridore (Wirtschaft)	2006-2015	9 Jahre
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
GTAP Befragung Öffentliche Statistik	Privat/ Organisation	Multi-regionales generelles Gleichgewichtsmodell	Räumliche Varianz?	-	Verkehraspekt sehr wichtig, bis zu 36% für Wachstum verantwortlich; vermindert Armut unterschiedlich stark	Geeichtes Modell, keine ex-post Analyse

Graham (2007) verwendet den Datensatz FAME (Financial Analysis Made Easy) als Grundlage seiner Analyse im Vereinigten Königreich. Er beinhaltet pro Firma Information zu Inputfaktoren, Arbeitsplätzen, Umsatz usw. und wurde den Forschern zugänglich gemacht. Als zweites konstruierte der Autor auf Postleitzahl(PLZ)-Niveau ein Mass der effektiven Dichte. Es ist eine Annäherung an die Erreichbarkeit und basiert auf der Anzahl Beschäftigte pro PLZ-Fläche je Gebiet, wobei die räumliche Diskontierung durch die Luftliniendistanz funktioniert. Die Daten aus den Jahren 1995 bis 2002 werden in einer Produktionsfunktion verwendet. Mittels verschiedenen Transformationen lässt sich der Einfluss von Agglomerationsgewinnen (hier höhere effektive Dichte) ausmachen. Die Resultate zeigen je nach Sektor starke Unterschiede; die Elastizität von Agglomeration auf die totale Faktorproduktivität ist im Durchschnitt 0,129 und in der Industrie nur 0,070 und den Dienstleistungen bei 0,197. Der Einfluss von Verkehr wird hier indirekt abgedeckt: durch die Luftliniendistanz.

Tabelle 25 Eigenschaften der Studie Graham (2007)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Effektive Dichte (räumlich abdiskontierte Dichte, Luftdistanz)	-	Produktivität nach Sektor	Vereinigtes Königreich	Postleitzahlgebiete	1995 - 2002	jährlich
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
FAME Daten (Umsatz, Kapitalinput) Öffentliche Statistik (PLZ etc.)	Forschung	Produktionsfunktion je Firma: Leistung (Umsatz) = Einflussfaktor x Kapitalfaktoren	Translog-Transformation lässt Schluss auf Agglomerationsgewinne zu	Korrelation Agglomerationsgewinne und Distanz (Verkehr)	Die totale Faktorproduktivität nimmt vor allem in der Dienstleistungsbranche zu, in der Industrie nur in wenigen Sektoren.	Verkehr nur indirekt modelliert

Melo et al. (2013) verbinden Erreichbarkeit und Produktivität, letztere gemessen via Löhnen. Beides wird als Panel-Datensatz für 51 urbane Gebiete der USA modelliert, wobei öffentliche Statistiken genutzt werden für die Jahre 1990, 1995, 2001 und 2009. Die Erreichbarkeit ist bezüglich Arbeitsplätze und MIV-Fahrzeit, basierend auf der Durchschnittsgeschwindigkeit (total gefahrene Kilometer mit total gefahrenen Stunden verrechnet) modelliert und segmentiert in Fahrzeitintervalle: Erreichbarkeit bis maximal 20min, 30min, 40min... Fahrzeit zu einem Arbeitsplatz. Das Lohnmodell ist ebenfalls aufwändig gestaltet. Es werden alle potenziellen Gründe für Lohnsteigerungen ausgeschlossen, damit die verbleibende Variation nur noch Agglomerationsgewinne beinhaltet. Darum werden teuerungsbereinigte Reallöhne (Lebenshaltungskosten), Indikator Wirtschaftssektor (Branchen-Unterschiede) und Indikator Bildung

(Qualifikation) verwendet. Um Endogenitätsprobleme (Löhne und Ausbildung / Arbeitsplatzdichte / Arbeitsplatzverreichbarkeit) zu umgehen, werden Instrumentvariablen mit Hilfe der Durbin Rang Methode produziert. Die Resultate zeigen, dass erhöhte Dichte zu höheren Löhnen, also Produktivitätssteigerung führt. Eine Verdoppelung aller innerhalb von 20min erreichbaren Arbeitsplätzen führt zu 6,5% höheren Löhnen; bei 30min sind es zusätzlich nur 0,5%. Der Effekt verläuft also nicht-linear und es scheint Schwellwerte in der Erreichbarkeit – sowohl bezüglich absoluter Dichte wie Reisezeit – zu geben.

Tabelle 26 Eigenschaften der Studie Melo et al. (2013)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
MIV-Erreichbarkeit der Arbeitsplätze nach Reisezeitkategorie	-	Produktivität, durchschnittlicher Reallohn pro Stelle	USA	51 urbane Gegenden (urbanized areas USA)	1990-2009	4: 1995 und 2001 zusätzlich
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik	Forschung	Verschieden Panel-Regression (gebündelte OLS, fixierter und zufälliger Effekt)	Kontrollvariablen bezüglich Lohnentwicklung, Wirtschaftsstruktur, Bildung	Instrumentvariablen gemäss Durbin Rang	Eine Verdoppelung der Arbeitsplatzdichte führt zu 4,3% höheren Löhnen; über bestimmtem Schwellenwert und Non-Linearität	Bei Erreichbarkeit ist der Effekt 6,5% bei Verdoppelung für Arbeitsplätze in 20min Fahrzeit

Kotavaara et al. (2012) untersuchen den Effekt von Erreichbarkeitsverbesserungen auf die Veränderung der Bevölkerungszahl in Finnland. Der Fokus liegt auf der Auflösung, die von 2x2km bis 24x24km grossen Rasterflächen variiert. Die Studie untersucht Finnland zwischen 1990 und 2008 und verwendet räumliche GIS Daten von Behörden und aus eigener Digitalisierung. Die abhängige Variable ist die Bevölkerungsveränderung, absolut und relativ, die erklärenden Variablen sind drei: eine potenzialbasierte MIV-Erreichbarkeit, die MIV-Reisezeit zum nächsten Bahnhof und analog zum nächsten Flughafen. Für die Schätzung werden generelle additive Modelle (GAM) verwendet. Bei GAMs muss der Zusammenhang zwischen abhängiger und erklärender Variablen nicht bekannt sein und die Regression funktioniert trotzdem. Die Resultate zeigen, dass klar eine Abhängigkeit besteht, vor allem bezüglich der MIV-Erreichbarkeit. Die Variable Bahnhofnähe ist unwichtig, was mit der untergeordneten Rolle des Zugverkehrs in Finnland erklärt wird. Die modellierten Korrelationen sind stärker belegt in Modellen mit grossräumiger Auflösung, da Zufallsentwicklungen in kleinräumigen Daten das allgemeine Muster zu stark stören. Im Fokus stehen hier Fragen zur Auflösung und Erreichbarkeitsmessung. Ein Manko sind Fragen zur Isolation und Kausalität des Effekts, wie die Autoren selber feststellen.

Tabelle 27 Eigenschaften der Studie Kotavaara et al. (2012)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
MIV-Erreichbarkeit, Reisezeit zu Bahnhof und Flughafen	Relative und absolute Bevölkerungsveränderung	-	Finnland	2x2km, weitere grossräumige	1990-2008	10+8 Jahre
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Behörden Eigene Digitalisierung	Forschung	Generelle additive Modelle (GAM) Regressionen	-	-	Erreichbarkeit lenkt Bevölkerungsentwicklung, Modelle mit größerer Auflösung haben höhere Erklärungskraft	Autoren weisen auf möglicherweise fehlende Variablen und offene Kausalität hin

3.3.7 Deskriptiv

Llorens und Richardson (2014) untersuchen, wie sich elf kurze Eisenbahntrassen auf die lokale Wirtschaft im US-Staat Louisiana auswirken. Der Betrachtungszeitraum ist neun Monate im Jahr 2013. Indirekt ökonomische Effekte werden mit der ‚Regional Input-Output-Multipliers‘ Methode untersucht. Es wird identifiziert, welche Sektoren profitieren, in welchem Umfang und wie viele Arbeitsplätze auf die Eisenbahnlinien zurückzuführen sind.

Tabelle 28 Eigenschaften der Studie Llorens und Richardson (2014)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
11 Nebenstrecken (820km)	-	Beschäftigung, Löhne, Branchenunterstützung	Louisiana	Gemeinde/ Unternehmen	9 Monate in 2013	-
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik Expertenbefragung RP-Befragung	Forschung	Regional Input-Output Multipliers (RIMS) Deskriptive Zahlen	(Theorie)	-	330 Arbeitsplätze direkt und 1'490 indirekt	Weitere Effekte sind schwierig ausmachbar

Ambarwati et al. (2014) berichten, welche Vorteile die Integration eines Landnutzungsmodells (räumliche Modellierung der Einwohner und Arbeitsplätze) und eines Verkehrsmodells (iterativer Vierstufenansatz) bringt. Das Modell wird auf die Stadt Surabaya samt Umland auf Java, Indonesien, angewendet. Die Forscher ziehen die Schlussfolgerung, dass Fragen der Zersiedelung und einer optimalen Raum- und Verkehrsplanung nur mit solch kombinierten Modellen

beantwortet werden können. Ihr Modell baut auf Zensusdaten und auf Grundlage einer Befragung geschätzter Parameter. Ohne weitere Details quantifizieren die Autoren die Bedingung für einen Stopp in der weiteren Zersiedelung der Stadt mit einer Verbesserung des öffentlichen Verkehrs und somit kompakter Steuerung der Bevölkerung und Beschäftigung. Sie kommen auf um 35% reduzierte ÖV-Reisezeiten und einer Nutzer-Verdoppelung zugunsten des ÖVs.

Tabelle 29 Eigenschaften der Studie Ambarwati et al. (2014)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Reisezeit	Bevölkerung	Beschäftigung	Surabaya in Indonesien	194 Distrikte bzw. Gemeinden	2010-2030	20 Jahre
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik Befragung	Forschung	Differenz	-	-	Zersiedelung kann kontrolliert werden, wenn ÖV-Reisezeit um 35% reduziert würde und ÖV-Nutzung sich verdoppelte	<i>Keine ex-post Analyse im eigentlichen Sinne</i>

AECOM (2014) untersucht für die irische Behörde für Verkehr, Tourismus und Sport die ökonomischen Effekte eines Bahninfrastrukturausbaus um Dublin und eines Autobahnbaus zwischen Dublin und Galway. Die Studienverfasser erklären, dass eine quantitative Auswertung nicht möglich sei und sie deshalb qualitativ vorgehen. Konkret befragen sie mehrere Unternehmen und Organisationen wie etwa die lokalen Handelskammern oder Arbeitgeberverbände, wie sich das geschäftliche Umfeld für sie in den letzten Jahren entwickelt hat und was Stärken und Schwächen des Einzugsgebiets sind. Die Studienverfasser stellen fest, dass neben den klassischen Kenngrößen der Kosten-Nutzen-Analyse weitere Effekte eine Rolle spielen und die in diesem Fall sehr positiv sind. Erwähnt werden neue Pendlerströme oder etwa Optimierungen in Liefer- und Produktionsketten. Es fehlen jedoch konkrete Angaben.

Tabelle 30 Eigenschaften der Studie AECOM (2014)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Bau der Infrastruktur	-	Standortwahl und Umsatz	Irland	Dublin, Korridor Dublin - Galway	2006 - 2014	Keines: 2014
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
2x 11 Firmen/ Organisationen	Behörde	Befragung	Befragung	Befragung	Die Effekte auf die Wirtschaft gehen über die in der KNA behandelten Punkte hinaus	Motive für Firmenneuan siedlung oder neue Geschäftsmodelle können erhoben werden, dafür fehlt Quantitatives

Beyazit (2015) untersucht den Einfluss einer Metroerweiterung in Istanbul auf verschiedene Kenngrößen wie Bevölkerung, Arbeitsplätze, Landpreise und Anzahl Firmen. Sie schaut dazu jeweils einen Kreis von 500m Radius um die Station an und verwendet in den zehn Jahren vor und nach der Eröffnung 2000 jeweils zwei Messpunkte. Diese Daten stammen teils von öffentlichen Statistiken, teils von privaten Organisationen. Das Vorgehen ist weitgehend deskriptiv und es werden im Wesentlichen Zählungen in und ausserhalb der Gebiete miteinander verglichen. Der Zusammenhang bei der Entwicklung von Firmen nach Sektor zu einer Metrostation wird mit einem chi-square-Test untersucht. Im Wesentlichen können keine grossen Unterschiede zwischen den definierten Stationseinzugsgebieten und dem Rest der Stadt ausgemacht werden. Es hat vergleichsweise hohe Investitionen in diesen Gebieten gegeben und der Anteil von Bank-, Versicherungs- und verwandten Unternehmen hat zugenommen. Die Bevölkerung- und Arbeitsplatzentwicklung ist jedoch als Ganzes eher unterdurchschnittlich. Insgesamt ist die Aussagekraft der Studie bescheiden.

Tabelle 31 Eigenschaften der Studie Beyazit (2015)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Eröffnung einer Metrolinie, Umkreis von 500m um Station	Bevölkerungsentwicklung, Landpreise	Arbeitsplätze, Firmen nach Sektor	Istanbul	Quartier	1990 - 2010	4: je 2 vor und nach Eröffnung 2000
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik Masterpläne Handelskammer Schätzbehörde	Forschung	(Zählung)	Vergleichsgruppen	Chi-square Analyse	Gebiete um Metrostationen sind nicht so verschieden zum Rest Istanbuls, bekommen Zentrumscharakter	Beschränkte Aussagekraft

Charlier et al. (2016) werten die belgische Bevölkerungsstatistik aus, um funktionale Regionen (bassins résidentiels) zu konstruieren. Dabei wird der Verkehr nur indirekt über Pendler- und Migrationsbewegungen und deren Mobilitätsintensität verwendet. Die Studie fokussiert auf die Region Wallonien und Hauptstadtregion Brüssel und untersucht die Zeit von 1994 bis 2014 mit jährlichen Zahlen je Gemeinde. Die Analysen werden alle fünf Jahre gemacht. Dabei werden alle Migrationsbewegungen zwischen allen Gemeinden in Matrizen zusammengefasst und nach Bewegungskategorien (Arbeitsweg, Ausbildung, Umzug etc.) gefiltert. Damit werden Rückschlüsse auf die Verkehrsinfrastruktur ermöglicht. Schliesslich wird mit einem hierarchischen Aggregationsverfahren bestimmt, welche Gemeinden in Agglomerationen zusammengefasst

werden. Am Ende dieses Prozesses ergeben sich elf Agglomerationen, die häufig nicht den politischen Grenzen folgen. Es zeigt sich auch, dass die Periurbanisierung weiter geht und das Wachstum der Zentren vor allem durch Zuzüger aus dem Ausland funktioniert. Die Arbeit bleibt im Wesentlichen deskriptiv und die Effekte des Verkehrs sind nur indirekt behandelt, wodurch Isolation und Kausalität nicht zur Sprache kommen.

Tabelle 32 Eigenschaften der Studie Charlier et al. (2016)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Indirekt	Wohnbevölkerung	-	Wallonien und Region Brüssel	Gemeinden	1994-2014	(jährlich), alle 5 Jahre
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik	Behörde	Frequenz von Wohnstandorts wahlflüssen, Aggregation	-	-	Für die Gegend ergeben sich 11 Agglomerationen; Periurbanisierung geht weiter, Zentren werden mit internationalen Zuzüger aufgefllt	Rein deskriptiv, Bezug zum Verkehr nur indirekt.

McKenzie (2015) untersucht die sozio-demographische Veränderung in von der Metro erschlossenen Gebieten in und um Washington DC. Er bestimmt in den insgesamt sechs Bezirken, die alle mindestens eine Metro-Station auf ihrem Gebiet haben, jeweils einen Kreis mit Radius 805m um jede Station und definiert diese Flächen als mit dem ÖV erschlossen. Nun wird die sozio-demographische Zusammensetzung der Bevölkerung analysiert. Dazu können Daten aus der staatlichen Statistik verwendet werden, die räumlich einzelnen Häuserblocks zugeordnet werden können und aus zwei Erhebungszeiten, 2006-2008 und 2011-2013, stammen. Durch deskriptive Statistik und Vergleichen zwischen erschlossenen und nicht erschlossenen Flächen und den Zeiträumen werden Muster identifiziert. Es zeigt sich, dass die soziodemographische Zusammensetzung innerhalb der erschlossenen Gebiete im gesamten Untersuchungsraum homogener ist als der Rest, wo sich ein Zentrum-Peripherie-Gradient zeigt. In den erschlossenen Gebieten wohnen überdurchschnittlich junge, besser ausgebildete, weisse und gut verdienende Personen mit Kindern. Diese Unterschiede sind grösstenteils die Folge der sozio-demographischen Zusammensetzung der Zuzüger in die erschlossenen Gebiete.

Tabelle 33 Eigenschaften der Studie McKenzie (2015)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Distanz zur nächsten Station < halbe Meile =805m	Sozio-ökonomische Zusammensetzung	-	6 Bezirke in/um Washington DC	Häuser-Block	2006-2013	2: 2006-2008 und 2011-2013
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Staatliche Statistik	Behörde	Deskriptiv: Zählung	(Vergleichsraum)	-	Die Entwicklung um Stationen ist homogener als im Rest des Gebiets. Höheres Bildungsniveau	Grösste Veränderung durch höhere Rate an Zuzüger

PWC (2015) haben das Ziel, aus einer Liste von Projekten eine Auswahl für einen Investitionsplan zu treffen. Sie arbeiten dafür mit ex-post-Betrachtungen der bisherigen Entwicklung im betrachteten Gebiet – Wallonien. Die Abklärungen betreffen vor allem die Zeit 1995 bis 2009, sind jedoch nicht einheitlich. Sie stützen sich auf Kenngrössen von öffentlichen Berichten, seien es staatliche oder private. Für die Entwicklung des Verkehrs werden eine Reihe von Variablen wie Personenkilometer, Gleiskilometer usw. verwendet. Bei den Effekten werden ganz unterschiedliche Grössen wie volkswirtschaftliche Effizienz verwendet, wobei der Fokus auf der Wirtschaft liegt. Die Erkenntnisse werden aus der Gegenüberstellung von aus anderen Berichten festgestellten Kenngrössen mit der historischen Entwicklung gebildet und auf die Auswahl für zukünftige Investitionsprojekte übertragen. Insgesamt bringt die Studie wenig Neues.

Tabelle 34 Eigenschaften der Studie PWC (2015)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Verschiedene Masse wie Gleis-Km, Personen-Km usw.	(Verschiedene)	Verschiedene	Wallonien	-	Meist 1995-2009	Verschiedene
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Veröffentlichte Berichte	Private für den Staat	Deskriptiv	-	-	Auswahl von Projekten für Investitionsplan	Studie bietet wenig

Sund-Baelt (2015) präsentieren die sozio-ökonomischen Effekte der Storebaelt-Brücke in Dänemark. Sie verbindet seit 1998 zwei Teile Dänemarks und reduzierte die Reisezeit drastisch. Die Veränderungen werden mit Daten aus eigenen Messungen der privaten Betreiberfirma und aus staatlichen Statistiken modelliert, die meistens die Periode 1990 bis 2014 jährlich auf regi-

onaler Ebene abdecken. Aus deskriptiven Aufstellungen, die jedoch nicht näher erläutert werden, schliessen die Autoren auf mehrere positive Nutzelemente (Reisezeit, Steuereinnahmen etc. ähnlich einer Kosten-Nutzen-Analyse), die seit der Eröffnung beobachtet werden können. Ausgewiesen werden auch die Agglomerationsgewinne, die auf umgerechnet 125'000 CHF pro Jahr angegeben werden – durch ein erhöhtes Pendleraufkommen und dadurch effizienterer Arbeitsmarkt.

Tabelle 35 Eigenschaften der Studie Sund-Baelt (2015)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Eröffnung der Storebaelt-Brücke	Tiefere Preise	Agglomerationseffekte	Dänemark	Region	1990-2014	jährlich
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Eigene Messung Staatliche Statistik	Private	Deskriptiv	-	-	Circa 125'000CHF jährliche Agglomerationsgewinne	Rechnungsmethode ist unerwähnt; Originalstudie unzugänglich(?)

Asomani-Boateng et al. (2015) nutzen die Entwicklungsinvestitionen in Strassen in Ghana, um deren Auswirkungen auf die ländliche Bevölkerung zu untersuchen. Sie schauen dazu sechs Strassenkorridore im Norden Ghanas und jeweils drei Siedlungen an. Die Daten dazu stammen aus öffentlicher Statistik und vor allem aus Befragungen mittels Fragebögen vor Ort. Eine Reihe von Indikatoren wie Haushaltseinkommen, Reisezeit zu Schulen oder auf Märkten verkaufte Mengen an Produkten werden einerseits vor dem Entwicklungsprogramm und danach zu zwei Zeitpunkten erhoben, dies insgesamt binnen fünf Jahren. Die Resultate zeigen, dass der Lebensstandard dramatisch gestiegen ist, dass sich jedoch diese Entwicklung schnell abflacht und teilweise sogar umdreht. Die Autoren sehen die Hauptgründe in steigenden monetären Kosten des Transports. Die Aussagen beruhen ausschliesslich auf Vorher-nachher-Vergleichen.

Tabelle 36 Eigenschaften der Studie Asomani-Boateng et al. (2015)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Strassenausbau gemäss Entwicklungsplan	Einkommen, Eigenproduktion	Auf Märkten gehandelte Produkte	Nördliches Ghana, 6 Korridore	3 Siedlungen je Korridor, meist Haushaltebene	2004-2009	3: Jahr 1,3 und 5
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik Befragungen	Forschung	Differenz vorher/nachher (Trendanalyse)	-	-	Positive Auswirkungen klar sichtbar, können jedoch über die Zeit nicht gehalten werden	Gewisse Gewinne durch teurere Mobilität neutralisiert

Charlier et al. (2011) untersuchen die Siedlungstätigkeit in Abhängigkeit zentraler und mit dem ÖV erschlossener Gebiete. Dazu werden in Wallonien zwischen 2001 bis 2008 73'000 neu bezogene Wohneinheiten ausgewertet. Die Angaben dazu sind aus veröffentlichten Statistiken und weitem der Öffentlichkeit zugänglichen Dokumenten. Von Interesse ist in erster Linie, ob die Entwicklung nach innen stattfindet und von der Verkehrsinfrastruktur gelenkt wird. Dazu werden erstens Flächen als Siedlungskerne definiert und zweitens Flächen um wichtige ÖV-Knoten wie Bahnhöfe mit einem Radius von 3500m und um mittlere Knoten mit 1000m Radius identifiziert. Die deskriptive Auswertung zeigt, dass rund ein Drittel der Umzogenen, die in neue Wohneinheiten einziehen, in Siedlungskernen ziehen. Zudem fällt rund die Hälfte in eine als vom ÖV erschlossene Parzelle. Da jedoch das Bevölkerungs- und Angebotswachstum ausserhalb der zwei Flächentypen von Interesse grösser ist, machen die Autoren Handlungsbedarf aus.

Tabelle 37 Eigenschaften der Studie Charlier et al. (2011)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Umkreis von Bahnhöfen, grosse Busstationen	Bevölkerung, Wohnungen	-	Wallonien	73'000 Wohnneubauten auf 57'000 Parzellen	2001-2008	-
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik	Behörde	Deskriptiv	-	-	Ein Drittel Umgezogener in Siedlungskernen und 50% in ÖV-Nähe. Grösstes Wachstum jedoch ausserhalb	

In Anlehnung an die Arbeit aus Irland (AECOM, 2014) vergleicht eine weitere Studie (Economic and Financial Evaluation Unit, 2014) einige ex-ante Kenngrössen mit den ex-post Berechnungen der erstgenannten Arbeit.

3.3.8 Mit Schweizer Kontext

Tschopp et al. (2003), Tschopp et al. (2006), Tschopp und Axhausen (2008) stehen in engem Zusammenhang und modellieren die Erreichbarkeitsentwicklung in der Schweiz von 1850 bis 2000, wobei der Schwerpunkt auf 1950 bis 2000 liegt, und stellen Zusammenhänge zur Bevölkerungs- und Arbeitsplatzentwicklung her. Grundlage ist eine durch die Forscher erstellte Raumdatenbank, die gemeindefein ist und in Abständen von 10 bis 20 Jahren Daten enthält.

Die Resultate bestehen aus einer Reihe von explorativen Auswertungen und Regressionen. Dabei werden Kontrollvariablen verwendet, um gewisse andere Einflussgrößen zu berücksichtigen. Die Regressionen sind zudem räumlich-hierarchisch strukturiert, wodurch ein relativer Vergleich möglich wird. Es zeigt sich, dass vor allem bezüglich der Bevölkerungsentwicklung und den Arbeitsplätzen im Industriesektor ein positiver Einfluss durch den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur besteht. Über die Zeit hat sich der Einfluss abgeschwächt.

Tabelle 38 Eigenschaften der Studien Tschopp et al. (2003), Tschopp et al. (2006), Tschopp and Axhausen (2008)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Reisezeit, Erreichbarkeit	Bevölkerungsentwicklung	Arbeitsplätze	Schweiz	2889 Gemeinden	(1850-) 1950-2000	Alle 10 und alle 20 Jahre
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Eigene Datenbank Öffentliche Statistik	Forschung	(Explorativ: Histogramme etc.), Regressionen	Kontrollvariablen	Hierarchische Regressionen	Vor allem Bevölkerung und Arbeitsplätze im 2. Sektor reagieren	Getrennt nach MIV und ÖV

Portnov et al. (2011) prüfen in dieser Arbeit, den Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und Bevölkerungsentwicklung und dessen Veränderung über die Zeit. Sie modellieren die Erreichbarkeit basierend auf der Bevölkerungszahl und den generalisierten Reisekosten und verwenden zusätzlich mehrere Zugang-Variablen wie die Distanz zu einem Zentrum oder zur Autobahn. Betrachtet werden die Gemeinden der Schweiz in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts in Abständen von zehn Jahren. Die Daten stellt eine vom IVT erstellte Datenbank zur Verfügung, die mit Daten aus Volkszählungen und weiteren Statistiken angereichert werden. Mittels zum Teil räumlichen Regressionen und unter Verwendung von Kontrollvariablen – zum Beispiel Sonnenschein – und einem eingebauten fixen Effekt für die Kantone wird der Zusammenhang ermittelt. Die Resultate zeigen, dass die Zugang-Variablen wie auch die Erreichbarkeit signifikant sind. Bei letzterer zeigt sich, dass bis 1960 die ÖV-Erreichbarkeit und später die MIV-Erreichbarkeit positiv mit der Bevölkerungsentwicklung korrelieren. Insgesamt nimmt der Zusammenhang über die Zeit ab, was die Forscher damit interpretieren, dass durch die fortschreitende Motorisierung der Bevölkerung und den anhaltenden Ausbau der Verkehrsinfrastruktur die allgemeine Mobilität so zugenommen hat, dass die Erreichbarkeit relativ zu anderen Entscheidungsfaktoren wie ähnliche Nachbarschaft, Immobilienpreise usw. an Bedeutung eingebüsst hat.

Tabelle 39 Eigenschaften der Studie Portnov et al. (2011)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
Kürzester Weg zu einem Zentrum; Autobahn, Grenzübergang, Fluss. Erreichbarkeit	Bevölkerungsentwicklung	-	Schweiz	2889 Gemeinden	1950-2000	Alle 10 Jahre
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Eigene Datenbank Öffentliche Statistik	Forschung	Regressionen (räumlicher Fehler und Versatz)	Kontrollvariablen, fixierter Effekt (Kanton)	-	Erreichbarkeit hat signifikante Wirkung, vor 1960 ÖV und danach MIV; ebenso weiter Distanzmasse. Jedoch schwächen sich die Effekte über die Zeit ab	Getrennt nach MIV und ÖV

Axhausen et al. (2015) schätzen die Effekte des ÖV-Angebots auf die Produktivität in der Schweiz. Dazu werden die Erreichbarkeit je bezüglich Beschäftigte und Arbeitskräfte für den MIV und den ÖV berechnet. Die generalisierten beinhalten die Reisezeiten bei belastetem Netz sowie temporale Elemente der generalisierten Kosten (Zugangszeit, Umsteigen etc.). Die Produktivität wird mit den vor Ort erwirtschafteten Löhnen approximiert. Die Daten dazu stammen einerseits vom Bundesamt für Statistik und andererseits aus den nationalen Personenverkehrsmodellen der Bundesverwaltung.

Die Daten sind gemeindefein und decken die gesamte Schweiz zwischen für 2000, 2005 und 2010 ab. In diese Zeit fällt auch die Umsetzung von Bahn 2000. Mittels verschiedener Formen von räumlichen Regressionen wird der Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit durch den ÖV und der Produktivität geschätzt. Dabei werden Kontrollvariablen in der Regression verwendet wie Ausbildung der Arbeitnehmerschaft, vorherrschende Branche usw. Weiter werden insgesamt elf Regressionstypen geschätzt, die jeweils bestimmte Annahmen in der Datenstruktur treffen oder unterschiedliche Zeiträume abdecken, und im grossen Ganzen ähnliche Resultate liefern. Eine 100%-ige Verbesserung der ÖV-Erreichbarkeit führt im Schnitt in der Schweiz zu einer Produktivitätssteigerung zwischen 1 und 2%, wobei der Effekt in urbanen Gebieten stärker auftritt. In einem zweiten Schritt wird die räumliche Verteilung mittels einer Shift-Share-Analyse näher betrachtet, indem die Erreichbarkeit aufgeteilt wird in einen Anteil, der mit den generalisierten Kosten, und in einen Anteil, der mit den Beschäftigten beziehungsweise Arbeitskräften zu tun hat, aufgeteilt wird. Dies gibt gewisse Hinweise, ob die angenommene Kausalität stimmt. Es zeigt sich, dass ein signifikanter positiver Effekt auf die Beschäftigten beobachtet wird, vor allem in urbanen Gebieten. Bezüglich Arbeitskräfte liegt vereinzelt ein signifikanter positiver Effekt in ländlichen Gebieten vor.

Tabelle 40 Eigenschaften der Studie Axhausen et al. (2015)

Verkehr	Gesellschaft	Wirtschaft	Gebiet	Auflösung	Periode	Intervall
ÖV- und MIV-Erreichbarkeit	-	Produktivität (Löhne)	Schweiz	2896 Gemeinden	2000-2010	5 Jahre
Datenquellen	Autorentyp	Quantifizierung	Isolation	Kausalität	Resultat	Kommentar
Öffentliche Statistik, öffentliches Verkehrsmodell	Forschung, Private	Räumliche Regressionen	Kontrollvariablen, Regressionen, z.T. gebündelt und mit Zeiteffekt	(Shift-Share-Analyse)	Elastizität der ÖV-Erreichbarkeit von 1 bis 2% auf die Produktivität. Positiver Einfluss auf Anzahl Beschäftigte.	Getrennt nach MIV und ÖV (Fokus)

Eine weitere Arbeit untersucht die Pendlerströme in der Schweiz über die Zeit (Killer, 2014). Allerdings werden die drei Fragestellungen Quantifizierung, Isolation und Kausalität nicht in einem Rahmen wie hier verlangt untersucht.

Sauter et al. (2014) führen eine Wirkungsanalyse zur Westumfahrung in Zürich, vor allem punkto Modalsplit und Lebensqualität von Kindern, durch. Thematisch ist die Arbeit nur am Rande passend. Methodisch stellt sie vor allem auf Beobachtung, Zählung und Befragung vor Ort ab und macht Abklärungen zur Kausalität nur am Rande. Es ist ein klassischer Vorher-Nachher-Vergleich bestimmter Kenngrössen.

3.3.9 Weitere

Neben den in den vorangegangenen Kapiteln vorgestellten Studien, gibt es eine Zahl an Publikationen, die sich ebenfalls mit ex-post Analysen von räumlichen Effekten durch Verkehrsmassnahmen beschäftigen. Allerdings fehlen entweder genauere Angaben, um sie wie oben systematisch nach Indikatoren zu kategorisieren, oder sie beschreiben nur eine unvollständige Analyse. Sie steuern trotzdem wesentliche Erkenntnisse bei. Eine Gruppe von Publikationen behandelt grossräumige Zusammenhänge, eine weitere betrachtet das Thema hinsichtlich Kosten-Nutzen-Analyse (KNA), eine andere konzentriert sich auf Erreichbarkeitseffekte und eine letzte auf Indikatorensysteme respektive zu untersuchende Kenngrössen.

Grossräumig, über Länder oder eine Region hinaus:

Feige (2007) berichtet mehrere Ansätze. Es handelt sich unter Anderem um eine Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Transportkosten und bilateralen Handelsvolumina als auch die Wirkungen von Veränderungen der Handelsvolumina auf die Wirtschaftsleistung. In einer Fallstudie Deutschland-Italien für den Zeitraum von 1993 bis 2003 konnte eine Elastizität von -2 gefunden werden. Das heisst, Transportkosten um einen Prozent höher bedeuten zwei Prozent

weniger Handelsvolumen. Die zweite Untersuchung fragt, inwiefern Handelsvolumen ein Proxy für Wirtschaftsleistung ist, und zeigt, dass dies stark der Fall ist. Schritte, um Effekte von Verkehr auf wirtschaftliche Faktoren messen zu können, sind: 1. Veränderung in der Kostenstruktur der Erreichbarkeit messen (relative Preise der Erreichbarkeit räumlich aufgelöst messen); 2. Verkehrsökonomische Verhaltensänderungen abbilden. Kurz- bis mittelfristig sind das Fahrtenerzeugungsraten, Verkehrsaufkommen, Routenwahl und langfristige Standortwahl (Haushalte und Firmen) und Änderungen in den Bodenpreisen; 3. All diese Effekte müssen dann in ökonomischen Nutzen übersetzt werden wie etwa Faktorproduktivität, höhere Produktion an Gütern, erhöhte Nachfrage. In der Frage zu Verkehr und wirtschaftliche Entwicklung gibt es grundsätzlich zwei Ansätze, nämlich Produktionsfunktion und Kostenfunktion. Produktionsfunktion: Darin lässt sich der positive Zusammenhang von Investitionen durch die öffentliche Hand einbauen. Entweder wird die öffentliche Investition als ein privater Faktorinput betrachtet oder sie wird als eine Art technologischer Fortschritt betrachtet. In beiden Fällen kann ein direkter und indirekter Einfluss ausgemacht werden. Direkt im Sinne, dass die Investition ein Zwischenprodukt in die private Produktionssteigerung ist. Und indirekt, dass die Investition die Grenzproduktivität der privaten Produktionsfaktoren verbessert. Ansätze werden empirisch angewendet und Elastizitäten für Investitionen durch die öffentliche Hand definiert ((Aschauer, 1989) und weitere), die zeigen, dass die Elastizität auf die Grenzproduktivität der öffentlichen gegenüber der privaten Investition höher ist und dies vor allem bei Kerninfrastruktur wie Straßen. Solche Studien umfassen als Zeitraum die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts über mehrere Jahrzehnte mit aggregierten Daten in den USA und G7 Ländern. Je kleiner die Aggregationsebene, desto geringer die Elastizitäten. Dies, weil spill-over Effekte nicht erfasst werden können. Es kann unterschieden werden zwischen den lokalen Effekten (z. Bsp. Gemeinde, die die Infrastruktur finanziert; allgemein Gebietskörperschaft, die investiert) und den Effekten in der Region, die positiv oder negativ sein können. Gesamthaft positiv ist der Effekt, wenn der regionale Effekt in der Summe positiv ist oder wenn der Betrag des lokalen Effekts grösser ist als desjenigen des regionalen (Boarnet and Bogart, 1996). Probleme bei Studien, die auf eine Produktionsfunktion abstellen: Firmen können ineffizient produziert haben. In diesen Fällen können Produktivitätsgewinne auch auf diese Korrektur zurückzuführen sein und sind nicht mehr eindeutig der Verbesserung in der Verkehrsinfrastruktur zuzuordnen. Eine mögliche Lösung dieses Problems liegt in der Kombination von kurz- und längerfristigen Schätzungen. Weiter wird zum Teil ausser Acht gelassen, dass eine Firma ihre Entscheide zur Produktionshöhe und zum Einsatz der Inputfaktoren ändern kann. Das heisst, es werden die Wechselwirkungen zwischen Infrastrukturnutzen und den internen und den externen economies of scale ausgeblendet. Eine Lösung hierzu: gleichzeitige Schätzung der Produktionsfunktion und der Optimierungsbedingung der Firma. Wer statt mit einer Produktionsfunktion mit einer Kostenfunktion arbeitet, hat

mehrere Dinge zu beachten. Hier zeigen sich starke Unterschiede, da abhängig von den verwendeten Daten, Funktionsspezifikation und Definition von ‚öffentlichen Investitionen‘. Es wird angenommen, dass die Produktionskosten und die Inputmenge endogen und die Produktionsmenge sowie die Inputpreise exogen sind. Generell wird schlussgefolgert, dass öffentliches Kapital den Firmen Kosteneinsparungen bringt und so die Produktivität steigert. Empirische Studien lassen Schlüsse über den Einfluss der Faktorpreise auf Faktorenverwendung und damit über den privaten Input zu (wohingegen in Produktionsfunktionen der Produktionsinput als exogen gilt). Studien mit Kostenfunktionen berichten positive Elastizitäten-Schätzungen. Sie scheinen jedoch geringer zu sein als in Studien mit Produktionsfunktionen. Schliesslich gibt es Probleme, die beide Funktionen betreffen: Nicht-Stationarität, wenn erklärte und erklärende Variable ohnehin die gleiche Tendenz aufweisen. Wenn beispielsweise der Ausbau des Verkehrs im gleichen Umfang wächst wie die Produktivität der Angestellten, obwohl keine ökonomische Verbindung besteht. Die Lösung ist der first-difference Ansatz, wo man mit der Veränderung über die Zeit der Variablen arbeitet statt mit ihren absoluten Werten. Damit lassen sich kurzfristige Veränderungen und Zusammenhänge besser messen, jedoch werden langfristige Zusammenhänge unmessbar. Eine weitere Lösung sind Panel-Daten-Ansätze, da somit globale (nationale) Trends aufgebrochen werden können durch Varianz im Datenset. Ungelöst bleibt die umgekehrte Kausalität, wenn der Produktivitätsverlauf der Grund für die Entwicklung im Infrastrukturbau ist. Mikroökonomische Ansätze tendieren, den Effekt zu unterschätzen, weil sie grossräumige Effekte nicht messen, wohingegen makroskopische Ansätze keine Antwort auf die wirklich stattfindenden Mechanismen geben. Anzumerken ist, dass die erklärten Vor- und Nachteile nicht nur für grossräumige Untersuchungen sondern auch für zum Beispiel gemeindefeine Auswertungen gelten.

Es gibt zudem Studien, die Ergebnisse über mehrere Länder zusammenfassen und auswerten. Die OECD nahm sich des Themas 2008 an, wo der aktuelle Stand der Konzepte in der OECD mit Beiträgen aus den USA, aus dem Vereinigten Königreich und Schweden einfließen und allgemeine Empfehlungen formuliert sind (OECD/ITF, 2008). Im gleichen Jahr veröffentlichte die EU die allgemeinen Richtlinien CORDIS (2008) für ex-ante und ex-post Analysen in der EU. Sie basieren auf Fallstudien. Die Wichtigkeit von ex-post Analysen wird betont. Als Beispiel wird Frankreich herausgegriffen, wo seit 1982 eine Pflicht besteht, bei grösseren Infrastrukturprojekten ex-ante und ex-post Analysen durchzuführen. Ex-post Analysen sind teuer, da datenintensiv. Dies bestätigt eine neuere Veröffentlichung, wiederum von der OECD (Worsley, 2014): Bezüglich ex-post Analysen bei Verkehrsprojekten wird festgehalten, dass zu wenig angewendet werden, obwohl sie eindeutig nötig sind. Sie brauchen enormen Aufwand, müssen im Minimum bei Bauentscheidungen starten und einige Jahre nach Inbetriebnahme weiterlaufen. Eine ständige Datenerhebung aller relevanten Kenngrössen ist zentral. Gutes Beispiel

ist Frankreich, wo ex-post Analysen für grössere Verkehrsprojekte seit 1982 obligatorisch sind. In den USA werden Fallstudien in einer Datenbank³ gesammelt und für alle zugänglich gemacht. Die Kausalität ist zentrales Problem. Ein möglicher Ausweg ist der difference-in-difference Ansatz mit einem Vergleichsraum, zum Beispiel der Raum von Interesse im Vergleich zum ganzen Land.

Bröcker und Mercenier (2010) bringen eine weitere Methode ein: Computable general equilibrium (CGE) Modelle um Innovationen im Verkehr zu erfassen. Dies ist ein neuer Ansatz. Die Anwendung ist jedoch keine volle Fallstudie. Eher geht es um eine theoretische Abhandlung, wie Aspekte des Verkehrs mit individuellen Eigenschaften von Agenten im Raum integriert werden.

Ein weiterer Ansatz bringen Giffiner et al. (2012), die in einer Fallstudie über Städte in Europa die optimale Grösse einer Stadt eruieren. Sie tun dies mit einer Verschachtelung verschiedener, zeitversetzter Regressionen. Auch dies ist ein bisher nicht verfolgter Ansatz. Anstatt einer Verkehrsvariablen wird jedoch nur eine DichtevARIABLE verwendet. Es ist aber denkbar, diesen Ansatz mit einer Erreichbarkeitsvariable umzusetzen.

Bezug zu Kosten-Nutzen-Analysen (KNAs):

In Deutschland wurde in den letzten Jahren diskutiert, ob räumliche Effekte durch Verkehrsprojekte bei der Neugestaltung der Bundesverkehrswegeplanung in die KNA aufgenommen werden sollen (Intraplan et al., 2014). Wenn ja, besteht die Unklarheit, wie dies geschehen solle. Die Diskussion aus grundsätzlich skeptischer Haltung wurde auch in akademischen Publikationen geführt. Graham und Van Dender (2010) stellen ökonometrische Überlegungen dazu an, ob Agglomerationsgewinne in KNAs einfließen sollen. Zudem klären sie ab, wie verlässlich Kausalität mittels Elastizitäten abgebildet werden kann. Hier ist laut den Autoren grosse Vorsicht geboten. Eine Gegenüberstellung von Investitionskosten und den gesellschaftlich-wirtschaftlichen Effekten der Infrastrukturbauten durch die nationale Regierung besteht für die USA (National Economic Council, 2014). Allerdings beinhaltet die Veröffentlichung wenig Angaben zur Methode und der Erhebung der monetären Nutzen.

³ <http://www.tpics.us/>

Netzstruktur:

Ein Mass für Erreichbarkeit ist in vielen der angeschauten Publikationen ein zentrales Element. Eine Reihe von Arbeiten gibt in diesem Zusammenhang wichtige Hinweise. Einerseits zu Theorie und Anwendbarkeit von Erreichbarkeit (Johansson und Quigley, 2004): Es ist ein Aufsatz zum Zusammenhang zwischen Netzwerken und Agglomeration in der räumlichen Ökonomie. Netzwerke können Dichte ersetzen, da sie Leute über Distanz zusammenbringen können. Andererseits zur Frage, ob Erreichbarkeit als Mass noch Sinn macht und ob Finanzierer und Profiteure die gleichen sind (Sclar et al., 2014) oder ob sich alternative Ansätze aufdrängen. In einer weiteren Arbeit zeigt sich die Vergleichbarkeit von Massen der Erreichbarkeit in ganz Europa (Spiekermann et al., 2015).

Rosik et al. (2015) untersuchen, wie Investitionen in die Strasse in Polen zu Erreichbarkeitsverbesserung führt und welcher Anteil auf Beiträge aus der EU zurückgeht, um regionale Disparitäten abzubauen. Hier fehlen jedoch klare Angaben zur Methode.

Saxton (2015) bewertet die Auswirkungen der Erreichbarkeitsentwicklung auf den ländlichen Raum Skandinaviens. Allerdings liegt nur die Zusammenfassung vor und die Studie scheint nicht zugänglich zu sein.

Aufbau einer ex-post Analyse und relevante Indikatoren:

Bei jeder Studie fragt sich, welche Indikatoren untersucht werden sollen. Singh et al. (2012) berichten zur Messbarkeit von Raum- und Verkehrsentwicklung bei Projekten des öffentlichen Verkehrs. Mittels einer Literaturstudie identifizieren sie die zehn wichtigsten Indikatoren, Datenintensität und den Ansatz für eine räumliche multi-kriterielle Analyse. Sie schliessen mit der Erkenntnis, dass bis jetzt nur qualitative Auswertungen vorliegen, jedoch quantitative das Ziel wären. Ähnlich geht auch Cascajo (2005) vor, wobei der städtische und regionale öffentliche Verkehr im Vordergrund stehen. Die Arbeit schlägt ein ex-post Indikatorensystem vor, das Ökonomie, Gesellschaft und Umwelt abdeckt. Es werden keine Details zur exakten Messung der Indikatoren gegeben dafür Überlegung zur Gewichtung der Indikatoren. Das System wird auf verschiedene Städte in Europa angewendet. Schliesslich wird auch die Frage angegangen, wie sich solche Indikatoren und Nachhaltigkeitslevels von Regionen punkto Verkehr und Raumentwicklung messen lassen (Yigitcanlar und Dur, 2010). Das Indikatorensystem ist GIS-basiert und kartografisch darstellbar.

Fitzroy et al. (2014) erstellen eine Übersicht über 100 ex-post Analysen nach einem Eingriff ins Autobahnssystem zu wirtschaftlichen Effekten in den USA. Es wird zwar ausgewertet, welche Indikatoren angewendet und ob qualitativ oder quantitativ gearbeitet wurde, allerdings bleibt der Zeitraum unklar.

Einige Publikationen gehen auf die Praxis in Frankreich ein, wo seit über 30 Jahren ein Obligatorium für ex-post Analysen, wie sie hier von Interesse sind, besteht. Die Methode wird in einem Leitfaden festgehalten (Direction générale des Infrastructures des Transports et de la Mer, 2014). Eine ex-post Analyse adressiert ökologische und sozio-ökonomische Belange; sie ist spätestens fünf Jahre nach Inbetriebnahme der neuen Infrastruktur zu machen. Der Hauptteil der Auswertung ist ein Vergleich des Beobachtbaren mit den aufgestellten Zielen. Bereits wurden eine Reihe solcher Berichte zusammen ausgewertet und diskutiert: France Stratégie (2014) tut dies zum Beispiel an Hand des Ausbaus beim TGV Sud-Ouest. Das Dokument beinhaltet wenige Information zu den konkreten Methoden, dafür Fragen rund um die korrekte Systemabgrenzung, zulässige Annahmen und die Interpretation der generierten Resultate. In eine ähnliche Richtung geht die geschichtliche Aufarbeitung des französischen Obligatoriums (Bonnaïfous, 2014). Sie betrachtet Autobahnen und TGV-Projekte und gibt einen Überblick über verschiedene Projekte und politische Rahmenbedingungen. Es ist jedoch keine quantitative Auswertung.

3.4 Synthese des state of the art bezüglich Raum-Verkehr

In den letzten zehn Jahren sind einige Studien entstanden, die eine ex-post Analyse zu den räumlichen, ökonomischen und gesellschaftlichen Effekten durch Veränderungen im Verkehrssystem untersuchen. Allerdings hält sich der Umfang an verwertbaren Arbeiten in Grenzen, da viele Studien nicht alle Bedingungen erfüllen. Zum Beispiel sind sie nicht als ex-post Analyse angelegt oder betrachten keine räumlich verorteten Daten. Zudem gibt es keine Metaanalysen zu diesem Thema, ausser einer Arbeit zur Frage der sozialen und Verteilungseffekte durch Verkehr (Markovich und Lucas, 2011). Wobei bei dieser Übersichtsstudie auch qualitative Arbeiten aufgenommen werden.

Grundsätzlich hat sich gezeigt, dass die eingangs dieser Arbeit gestellten Aufgaben – Quantifizierung, Isolation und Kausalität der Effekte – mit aktuellen statistischen Methoden und den nötigen Datengrundlagen lösbar sind. Dabei zeigen sich die folgenden Auffälligkeiten. Punkte eins bis sieben beziehen sich auf Tabelle 40.

1. Thematisch sind Fragen rund um Arbeitsplätze- und Bevölkerungsentwicklung am prominentesten vertreten, zur Wirtschaftsstruktur am wenigsten. In den letzten Jahren ist der Zusammenhang zwischen Verkehrsangebot und Produktivität sehr oft untersucht worden. Zu diesem Zusammenhang ging die Aufarbeitung der theoretischen Grundlagen kurze Zeit voraus (Gibbons und Overman, 2009).

Klassischerweise sind die Anzahl Arbeitsplätze und Einwohner die relevanten Kenngrößen, wenn zum Beispiel Erreichbarkeitsmodelle geschätzt oder raumplanerische Projekte umgesetzt werden. Vor diesem Hintergrund ist diese Häufung nicht überraschend. Das kompakte Verteilungsmuster auf die letzten paar Jahre beim Thema „Produktivität“ ist einerseits der Tatsache geschuldet, dass die zu Grunde liegende Theorie erst kurz davor aufgearbeitet wurde und andererseits wurden solche Fragen im Zuge der weltweiten Wirtschaftskrise vermehrt diskutiert. Es gab auch einige staatliche Initiativen, die mit dem Ausbau von Infrastruktur die Produktivität steigern wollten.

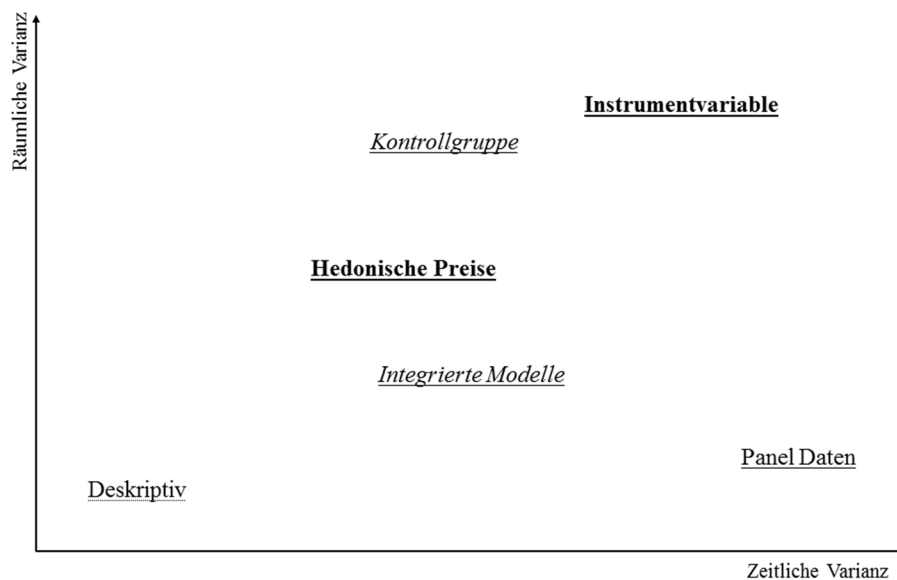
2. Es lassen sich nur einige schwache Zusammenhänge zwischen thematischer Fragestellung und Methode ausmachen. Deskriptive Ansätze sind vor allem bei Fragen der Arbeitsplatz- und Bevölkerungsentwicklung stark vertreten. Diese zwei Themen werden oft auch zusammen betrachtet. Bei Studien zur Produktivität kommen sehr oft situative Ansätze zum Zuge.

Dieses Muster kann damit erklärt werden, dass solche Studien noch keine lange Forschungstradition haben und sich deshalb noch keine Traditionen herausgebildet haben. So werden die einzelnen Ansätze auf unterschiedliche Themen angepasst. Akademische Autoren betonen immer wieder, dass sie ihres Wissens die ersten seien, die jenen Ansatz auf eine bestimmte Fragestellung anwenden.

3. Es gibt vereinfacht gesagt keine perfekte Lösung. Erst eine Kombination von Ansätzen generiert schlüssige Ergebnisse.

Jeder Ansatz für sich hat seine Stärke, jedoch ist es erst mit einer Kombination möglich alle drei eingangs erwähnten Aufgaben zu lösen. Die Stärken der jeweiligen Ansätze sind in der folgenden Abbildung zusammengefasst, wobei angegeben ist, in welchem Bereich die Methode prominent eingesetzt wird.

Abbildung 1 Prominente Anwendungen der verschiedenen Methoden



Unterstrichen: Quantifizierung; kursiv: Isolation; fett: Kausalität

Wer Methoden, die über das rein Deskriptive hinausgehen, anwenden will, ist mit der Situation konfrontiert, dass diese Methoden eine Reihe von weiteren Anwendungen mit sich bringen. Konkret verlangen sie die Überprüfung, ob die der Methode zu Grunde liegenden Annahmen über Datenstruktur (Gordon, 2012), Wirkungszusammenhang und so weiter nicht verletzt sind. Häufig muss auch die gemachte Interpretation der Resultate mit weiteren Tests gestützt werden.

4. Bei vielen Studien wird die Datenverfügbarkeit als limitierenden Faktor beschrieben.

Gründe für fehlende Daten können sein: Die Privatsphäre (zum Beispiel bei hedonischen Preisen), die Kosten (zum Beispiel wenn sie bei privaten Firmen bezogen werden müssen), die Verfügbarkeit eingeschränkt ist (zum Beispiel bei lang zurückreichenden Zeitreihen, räumlich fein aufgelösten Datenpunkten oder einer akkuraten Erreichbarkeitsvariable).

5. Ein grosser Anteil der Studien bleibt deskriptiv. Jedoch bekunden diese Arbeiten Mühe, belastbare Aussagen zu machen.

Es zeigt sich ganz eindeutig, dass rein deskriptive Ansätze die Fragen nach Ursache und Wirkung, zur Isolation des reinen Verkehrseffektes und sogar zum Teil zu eindeutigen Zahlen nicht beantworten können. Das motiviert, aufwändigere dafür aussagekräftigere Ansätze anzuwenden.

6. Der Anteil an Publikationen aus staatlichen Quellen ist sehr gering.

Trotz intensiven Bemühungen konnten nur eine geringe Anzahl an Publikationen aufgetrieben werden – siehe dazu auch den zweiten Teil von Abschnitt 2. Es scheint in der Tat so, dass solche Studien von staatlichen Stellen sehr zurückhaltend gemacht werden. Ex-ante Studien sind viel häufiger anzutreffen. Ein möglicher Grund sind die politischen Auseinandersetzungen, die in der Regel im Vorfeld eines Entscheides (wer/ welche Region bekommt Geld) aufflammen und sich selten bis nach dem Entscheid halten.

7. Die meisten deskriptiven Studien stammen aus staatlicher Quelle.

Deskriptive Studien zeigen die Entwicklung auf, die vor und nach einem Eingriff passieren. Diese Berichte lassen sich interpretieren, womit eine Art der Evaluation stattfindet. Allerdings muss die Frage gestellt werden, ob tatsächlich festgestellt wird, was in einer solchen Evaluation von Interesse ist – zum Beispiel die zu Grunde liegende Kausalität.

8. Bei staatlichen Stellen ist die Zuständigkeit zur Durchführung solcher ex-post Analysen unklar.

Je nachdem, welche Behörde sie durchführt, liegt der Fokus auf sehr unterschiedlichen Aspekten. Die aus raum- und verkehrsplanerischer Sicht zentralen Fragestellungen sind nur Nebensache. Die Rückmeldung der angeschriebenen ausländischen Behörden legen den Schluss nahe, dass solche Fragestellungen wie hier besprochen, für die Behörden nicht von Priorität sind.

9. Es gibt sonstige Probleme, die wiederkehrend erwähnt werden.

Dies ist vor allem die geringe Vergleichbarkeit von Studien aus verschiedenen Ländern, zum Teil aus verschiedenen Landesteilen. Der Grund liegt in sehr unterschiedlichen Planungssystemen und statistische Erhebung wichtiger Variablen wie zum Beispiel Einwohnerdichte, Löhne oder Reisezeit.

3.5 Limiten

Wichtige Grundlage jeder Analyse ist die Datenqualität. Die oben vorgestellten Ansätze verlangen in der Regel nach vielen Daten in guter, vollständiger Qualität. Häufig sind auch Datenreihen über die Zeit beziehungsweise historische Datensätze nötig. Bei dünner Datengrundlage sind die Ansätze schlecht anwendbar. Als zweite Limite sind die Annahmen der Ansätze aufzuführen. Jeder quantitative Ansatz liefert nur verlässliche Resultate, wenn diese Annahmen nicht verletzt werden. Das bedeutet bei der Anwendung einen Zusatzaufwand, um die Einhaltung der Annahmen zunächst mit statistischen Tests zu überprüfen. Drittens kommt erschwerend hinzu, dass zum Teil in der Fachwelt Uneinigkeit besteht, welcher Ansatz zu welcher Datenstruktur passt. Wobei sich dabei die meisten Konflikte bereinigt haben und der Diskurs oft theoretisch motiviert ist mit wenig substanziellen Auswirkungen auf die Anwendung.

Viertens ergibt sich somit das Risiko von Scheingenauigkeit. Eine Zahl wird selten hinterfragt, umso wichtiger ist eine transparente Diskussion zur Methode und möglichen Schwierigkeiten wie oben aufgezählt. Fünftens bedeuten die Überlegungen, dass zunächst das nötige Fachwissen und die Methodenkenntnisse vorhanden sein müssen, um richtig vorzugehen und die richtigen Schlüsse aus der Analyse zu ziehen.

Eine weitere Frage stellt sich in Bezug darauf, ob die in dieser Arbeit vorgestellten Anwendungen auch auf anders gelagerte Verkehrssituationen angewendet werden können. Denn Massnahmen im Verkehrsangebot können sehr verschieden sein, von der Kapazitätserhöhung auf einer bestimmten Strecke bis zu Anpassungen in einem Tarifverbund, der einen grösseren Raum abdeckt. Grundsätzlich kann man sagen, dass ein Ansatz nicht an die Art der Massnahme im Verkehr gebunden ist. Im Vordergrund steht die Herangehensweise, um die Effekte zu quantifizieren, nicht die Verkehrsmassnahme an sich. In Tabelle 40 gibt es mehrere Zellen, die verschiedene Arbeiten enthalten, die zwar einen vergleichbaren Ansatz wählen, jedoch sehr unterschiedliche Situationen analysieren. Bei Massnahmen im Verkehr treten fast immer flächige Effekte auf. Auch eine Änderung an einer Strecke, zum Beispiel ein neuer Tunnel oder eine Änderung in der Kapazität, hat einen Einfluss auf das ganze Netz und somit Effekte in der Fläche. Die Frage, wo die Systemgrenze gezogen wird, muss von der Person getroffen und begründet werden, die eine Analyse vornimmt. Bei den hier vorgestellten quantitativen Analysen ist es von Vorteil, wenn die Fallzahl gross ist, also zum Beispiel mehrere Gemeinden entlang eines Korridors oder innerhalb der Schweiz verteilt. Denn so können statistisch verlässliche Ergebnisse produziert werden.

Tabelle 40 Übersicht über alle Studien

	Räumliche Instrumentvariable	Räumliche Kontrollgruppe	Verkehr-Land- nutzungsmodell	Hedonische Preise	Paneldatenanalyse	Diverse Ansätze	Deskriptiv
Bevölkerung	(Baum-Snow, 2007) (Garcia-Lopez et al., 2013) (Hornung, 2012) (Garcia-Lopez et al., 2016)	(Jones, 2015) (Tschopp, Fröhlich et al., 2003), (Tschopp et al., 2006), (Tschopp and Axhausen, 2008), (Axhausen et al., 2015)	(Geurs et al., 2012) (Börjesson et al., 2014)		(Falcidieno et al., 2013) (Garcia-Lopez et al., 2016)	(Kotavaara et al., 2012) (Portnov et al., 2011)	(Ambarwati et al., 2014) (Beyazit, 2015) (Charlier et al., 2016) (Charlier et al., 2011)
Land, Grundstück- preise		(Maciel and Biderman, 2013) (Jones, 2015)		(Maciel and Biderman, 2013) (Gjestland et al., 2012) (Chen and Haynes, 2015)			(Beyazit, 2015)
Arbeitsplätze	(Hornung, 2012)	(Jones, 2015) (Kline and Moretti, 2014) (Eliasson, 2012) (Nilsen et al., 2016) (Tschopp, Fröhlich et al., 2003), (Tschopp et al., 2006), (Tschopp and Axhausen, 2008)	(Geurs et al., 2012)	(Gjestland et al., 2012)	(Kline and Moretti, 2014) (Falcidieno et al., 2013) (Iacono and Levinson, 2012)	(Nilsen et al., 2016)	(Llorens and Richardson, 2014) (Ambarwati et al., 2014) (AECOM, 2014) (Beyazit, 2015) (PWC, 2015)
Wirtschafts- struktur							(Beyazit, 2015) (Asomani-Boateng et al., 2015)
Produktivität	(Chatman and Noland, 2014) (Melo et al., 2013)	(D. Graham, 2014), (Axhausen et al., 2015)	(Börjesson et al., 2014)		(Álvarez and Blázquez, 2014), (Axhausen et al., 2015) (Melo et al., 2013) (Falcidieno et al., 2013) (D. Graham, 2014)	(D. J. Graham, 2007) (Chatman and Noland, 2014) (Álvarez and Blázquez, 2014) (Melo et al., 2013)	(Sund-Baelt, 2015)
Armutsniveau, Wachstum		(Eliasson, 2012) (Iacono and Levinson, 2012)			(Iacono and Levinson, 2012) (Anderstig et al., 2012)	(Stone et al., 2010)	(McKenzie, 2015)
Anmerkung: schwarz = Hauptmethode/thema, grau = Nebenmethode/thema							

4 Aktuelle Analyse-Ansätze am ARE

Das ARE hat sich seit mehreren Jahren mit der Analyse der Wechselwirkungen zwischen dem Raum und Verkehr auseinandergesetzt. Bei ex-post Analysen, also der Betrachtung der Zusammenhänge nach der Umsetzung einer Massnahme, kommt das Wirkungsmodell Tripod zum Einsatz. Es wurde für und mit dem ARE vor rund 15 Jahren entwickelt und wurde seither in mehreren Fallstudien angewendet. Parallel dazu sind in vier Teilprojekten unter dem gemeinsamen Titel „Die Nutzen des Verkehrs“ die Grundlagen und Methoden zu einigen der Effekte des Verkehrs aufgearbeitet worden.

Vor knapp zehn Jahren wurde der Tripod-Ansatz evaluiert (Güller und Güller, 2007a) und die bisherigen Erfahrungen systematisch ausgewertet (Güller und Güller, 2007b). Der Stand des Wissens basierte damals hauptsächlich auf den vier durchgeführten Fallstudien. Dabei ging es um grössere Verkehrsangebotsverbesserungen wie etwa die Einführung der Zürcher S-Bahn 1990 (Güller et al., 2004) oder Infrastrukturausbauten wie die Fallstudien zur Magadino-Ebene, dem Vereinatunnel oder dem Tunnel Vue des Alpes. Der Tripod-Ansatz erlaubte es, die Auswirkungen der verschiedenen Projekte einheitlich zu beurteilen. Allerdings bereitete es grosse Schwierigkeiten, die Frage nach der Kausalität zu beantworten.

In diesem Kontext wurden die theoretischen Zusammenhänge in vier Teilprojekten unter dem übergeordneten Titel „Der Nutzen des Verkehrs“ aufgearbeitet. Das erste Teilprojekt bietet eine Einführung der relevanten Begriffe und Messkonzepte sowie eine Übersicht zum damals aktuellen Stand der Literatur (Sommer, Suter et al., 2006). Das zweite Teilprojekt geht den externen Nutzen der einzelnen Verkehrsarten nach und liefert dazu die theoretischen Grundlagen (Peter et al., 2006). Das dritte Teilprojekt liefert eine Analyse zum quantitativen Zusammenhang zwischen Verkehrserschliessung und regionalem Wirtschaftswachstum (Sommer, Marti et al., 2006). Das vierte Teilprojekt widmet sich der möglichen Beschreibung externer Nutzen von ganzen Verkehrsnetzen (Kägi und Koch, 2006).

In jüngerer Zeit wurde der Tripod-Ansatz im Rahmen einer Fallstudie zur Zürcher Westumfahrung, die zwischen 2006 und 2009 in Etappen in Betrieb ging, angewendet (Kuster et al., 2014). Die Autorengruppe klärt ab, welche erwarteten Effekte auszumachen sind und ob weitere Folgeeffekte aufgetaucht sind. Dabei geht es auch um räumliche Untersuchungen; die Analyse teilt sich auf fünf Korridore entlang der neuen wie auch entlang der zu- und wegführenden Infrastruktur der Westumfahrung auf. Ausgehend von den sich durch den Ausbau ergebenden

Reisezeitverkürzungen, werden die Verkehrsumlagerungen erklärt. Damit werden Umweltauswirkungen wie Luftbelastung und so fort modellierbar. Hier interessanter sind die Aussagen zur räumlichen Entwicklung in den Bereichen Bevölkerung und Wirtschaft. Da diese Anpassungen über längere Zeit stattfinden, stellen die in dieser Studie präsentierten Erkenntnisse eine vorläufige Bilanz dar. Sie beziehen sich auf die untersuchte Zeit 2005 bis 2012. Entscheidend sind die Wechselwirkung aus Verkehrseffekten, den Potenzialen der betroffenen Räume sowie die beteiligten Akteure wie Investoren oder Gemeinden. Die Autoren bekunden Mühe, eindeutige quantitative Aussagen zu machen. Einerseits wegen der oben erwähnten zeitlichen Dynamik andererseits wegen der Schwierigkeit, den Effekt des Verkehrs von anderen Einflüssen sauber zu isolieren. Trotzdem werden folgende Beobachtungen berichtet. Bezüglich Bevölkerungswachstum wird ein positiver wenn auch geringer Einfluss der Erreichbarkeitsverbesserung (sie vermag 8% der Unterschiede in der Bevölkerungsentwicklung erklären) festgestellt. Wie in dieser Regression mit dem räumlichen Charakter der Daten umgegangen wurde, ist leider aus dem Bericht nicht ersichtlich. Ein weiterer gewählter Ansatz ist der grafische Vergleich betroffener Gemeinden mit dem Durchschnitt aller Kantone in der Region (AG, LU, SZ, ZH, ZG). Dieser Ansatz wird auch bezüglich Arbeitsplätze angewendet. Im Bereich Flächenverbrauch und Ähnliches werden Kennziffern errechnet, indem die soziodemographischen Variablen mit Flächen wie überbaute Zonen und so weiter verrechnet werden. Diese Methode aus einerseits Vergleich kleiner Räume oder Gemeinden im Vergleich zum kantonübergreifenden Durchschnitt mit Regressionen zu Reisezeitveränderung MIV nach Zürich Zentrum sowie unüberbaute Wohnbauzonenfläche wird auch für die Analyse zur Raumentwicklung weitergeführt. Um den Einfluss der Akteure zu erheben, wird mit dem Vergleich zweier Gemeinden, die sich bezüglich Reisezeiteinsparung gleichen, bezüglich Akteure aber nicht gleichen, gearbeitet („treatment and non-treatment with matching“); für insgesamt fünf Gemeindepaare. Wichtig erweist sich der Umgang mit Bauzonen. Insgesamt beschränken sich die Aussagen meist auf Kennziffern und Vergleiche durch Übersichten und Beschreibungen. Es sind nur sehr wenige Quantitäten und Kausalitäten räumlich festgemacht. Eine zweite Studie zur Westumfahrung legt den Fokus auf die entlasteten Gebiete in der Stadt Zürich selbst, sie geht jedoch meist qualitativ vor und macht ausschliesslich Aussagen zu verkehrlichen Aspekten (Sauter et al., 2014).

Der Tripod-Ansatz wird aktuell für die Erhebung von möglichen Auswirkungen der NEAT im Kanton Uri und Tessin angewendet. Gleichzeitig wird der klassische Tripod-Ansatz ausgebaut. Insbesondere werden externe Faktoren miteinbezogen, damit die Auswirkungen der Verkehrsinfrastruktur von weiteren Einflüssen isoliert werden können. Zweitens werden durch die Politik definierte politische Ziele integriert, damit die beobachteten Effekte besser positiv beziehungsweise negativ gewichtet werden können. Da diese Studie jedoch aktuell ausgearbeitet

wird, wurde sie im vorangegangenen Kapitel nicht aufgeführt. Fortlaufend ist zudem die Beurteilung der Agglomerationsprogramme durch das ARE. Es veröffentlichte dazu vor ein paar Jahre einen Bericht (ARE, 2009), der zu einem Teil die Empfehlungen aus einer vorangegangenen Studie (Sommer et al., 2008) aufnimmt und das Indikatorensystem um räumliche Kenngrößen erweitert. Ziel ist es, die Entwicklungen in den verschiedenen Agglomerationen standardisiert zu messen. Allerdings ist dieser Prozess nur teilweise umgesetzt, einerseits weil das Indikatorensystem noch nicht komplett ist und andererseits weil die Interpretation der Resultate sowie die Eruiierung der Wirkungszusammenhänge bisher ausgeklammert sind. Bereits der Forschungsbericht erwähnt in diesem Zusammenhang, dass mit den vorgeschlagenen Indikatoren die Wirkung beziehungsweise Kausalität wenn überhaupt im Einzelfall, also für Einzelmassnahmen, überprüfbar sei. Die 20 Indikatoren decken Verkehrs-, Siedlungsentwicklung und Umweltauswirkungen ab.

Schliesslich legte das ARE vor Kurzem eine historische Übersicht und Analyse zu Studien in der Schweiz vor, die dem Zusammenhang zwischen Verkehrsangebot und Raumentwicklung nachgeht (Pfändler und Zimmermann, 2015). Die Leistung der Autoren liegt einerseits in der umfangreichen Zusammenstellung aller Arbeiten bis in die 1970er Jahre zurück und andererseits in der Synthese der Erkenntnisse und Anregungen aus diesen Studien. Hauptbefunde in dieser Arbeit sind, dass der Grenznutzen zusätzlicher Verkehrsinfrastruktur über die Jahrzehnte grundsätzlich abnehmend ist. Die totalen Auswirkungen von Verkehrsinfrastrukturen sind deshalb jedoch heute nicht kleiner als früher. Laut den Autoren sind die Effekte allerdings schwieriger messbar, da sie mit weiteren Prozessen wie Konjunktur und so weiter verwoben sind. Zudem weisen sie auf die zum Teil zu kurzen Zeiträume hin, für die die Studien Effekte messen möchten. Die Frage nach Mehrwehrt durch Verkehrsinfrastruktur hängt letzten Endes auch vom Umfang der Definition des Nutzens ab; nur Erreichbarkeitsgewinne zu betrachten greife zu kurz.

5 Konklusion und Empfehlungen

Hier werden die fürs ARE relevanten Erkenntnisse kompakt aufgeführt.

5.1 Vergleich ARE und internationaler Methodenstand

Die vorliegende Studie zeigt eine grosse Lücke zwischen den Ansätzen von akademischen Autoren und denjenigen von Autoren aus Behörden. Bezüglich anderer europäischer Länder scheint das ARE als Amt mit einer weitgefassten Definition von Raumentwicklung – die auch den Verkehr, die Gesellschaft und Wirtschaft miteinschliesst – in einer komfortablen Situation zu sein. Ein interessanter Punkt ist jedoch das Obligatorium in Frankreich seit 1982 für solche Analysen. Daraus könnten mehr Hinweise, eventuell auch gesetzgeberische, gewonnen werden.

5.2 Empfehlungen ans ARE

Basierend auf den Erkenntnissen bis hier, können folgende Vorschläge gemacht werden:

1. Der aktuell verwendete Ansatz Tripod soll mit quantitativen Methoden ausgebaut werden (Hauptvorschlag). Es ist zentral, den Einfluss durch den Verkehr von anderen potenziellen Einflussquellen zu isolieren und die Kausalitätsrichtung (Verkehr->Raum) zu berücksichtigen, wie dies bereits in einem gewissen Umfang für die Gotthardstudie unternommen wurde
2. Im Idealfall kombiniert dieses neue Modell verschiedene Methoden wie räumliche Instrumentvariablen, Kontrollgruppen oder ein integriertes Modell. Denn erst eine Kombination ermöglicht es, alle drei Aufgaben zu erfüllen. Ein quantitatives Standardvorgehen soll diese Kombination aus methodischem Vorgehen definieren.
3. Der eingeschlagene Weg einer differenzierten Betrachtung zwischen Verkehr und Mobilität sowie räumlicher Entwicklung soll weitergeführt werden.
4. Das Bundesamt für Statistik sollte mehr räumlich aufgelöste (gemeindefeine) Daten aufbereiten. Die erste Priorität kommt hier den Immobilien- und Bodenpreisen zu.
5. Für die quantitativen Methoden sind Daten über längere Zeithorizonte nötig. Das bedeutet, dass die Datenpflege eine permanente Aufgabe für das ARE sein sollte, insbesondere auch hinsichtlich Änderung in der Gemeindestruktur. Sonst besteht die Gefahr,

dass man immer zu spät ist, da korrekte ex-post Analysen die Effekte, die bereits vor der Umsetzung einer Massnahme einsetzen, auch abbilden müssen.

6 Literatur

- AECOM (2014) Investing In Our Transport Future: A Strategic Framework for Investment in Land Transport. Analysis of Steady State Cost of Transport in Ireland, *Background Paper*, Department of Transport, Tourism and Sport, Dublin.
- Álvarez, I.C. and R. Blázquez (2014) The Influence of the Road Network on Private Productivity Measures Using Data Envelopment Analysis: A Case Study from Spain, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **65** 33–43.
- Ambarwati, L., R. Verhaeghe, A.J. Pel and B. van Arem (2014) Investigating the Effects of Improving Public Transport System Linkage to Spatial Strategy on Controlling Urban Sprawl: Evidence from Surabaya City, Indonesia, *WIT Transactions on the Built Environment*, **138** (.) 653–68.
- Anderstig, C., S. Berglund, J. Eliasson, M. Andersson et al. (2012) Congestion charges and labour market imperfections: ‘Wider economic benefits’ or ‘losses’?, Centre for Transport Studies, KTH, Stockholm.
- ARE (2009) Monitoring Agglomerationsprogramme Verkehr und Siedlung, ARE, Bern.
- Aschauer, D.A. (1989) Is Public Expenditure Productive?, *Journal of Monetary Economics*, **23** (2) 177–200.
- Asomani-Boateng, R., R.J. Fricano and F. Adarkwa (2015) Assessing the Socio-Economic Impacts of Rural Road Improvements in Ghana: A Case Study of Transport Sector Program Support (II), *Case Studies on Transport Policy*, **3** (4) 355–66.
- Axhausen, K.W., T. Bischof, R. Fuhrer, R. Neuenschwander et al. (2015) Gesamtwirtschaftliche Effekte des öffentlichen Verkehrs mit besonderer Berücksichtigung der Verdichtungs- und Agglomerationseffekte, *Schlussbericht*, SBB Forschungsfonds, Bern und Zürich.
- Batty, M. (2013) A Theory of City Size, *Science*, **340** (6139) 1418–9.
- Baum-Snow, N. (2007) Did Highways Cause Suburbanization?, *The Quarterly Journal of Economics*, **122** (2) 775–805.
- Beyazit, E. (2015) Are Wider Economic Impacts of Transport Infrastructures Always Beneficial? Impacts of the Istanbul Metro on the Generation of Spatio-Economic Inequalities, *Journal of Transport Geography*, **45** 12–23.
- Boarnet, M.G. and W.T. Bogart (1996) Enterprise Zones and Employment: Evidence from New Jersey, *Journal of Urban Economics*, **40** (2) 198–215.
- Bonnafous, A. (2014) Permanent Observatories as Tools for Ex-Post Assessment, OECD/ ITF, *Discussion Paper*, Paris.
- Börjesson, M., R.D. Jonsson and M. Lundberg (2014) An Ex-Post CBA for the Stockholm Metro, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **70** (.) 135–48.

- Bröcker, J. and J. Mercenier (2010) General Equilibrium Models for Transportation Economics, in A. de Palma et al. (eds.), *Handbook in Transport Economics*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Cascajo, R. (2005) Assessment of Economic, Social and Environmental Effects of Rail Urban Projects, *Young Researchers Seminar*, Universidad Politécnica de Madrid.
- Charlier, J., M. Debuisson, J.-P. Duprez and I. Reginster (2016) Mouvements résidentiels en Wallonie (1994-2014): analyses des migrations intercommunales et construction de bassins résidentiels, *Working Paper*, Institut Wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique, Namur.
- Charlier, J., I. Reginster and J. Juprelle (2011) Construction d'indicateurs de développement territorial : étude de la localisation résidentielle récente et analyse au regard de critères de développement territorial durable, *Working Paper*, Institut Wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique, Namur.
- Chatman, D.G. and R.B. Noland (2014) Transit Service, Physical Agglomeration and Productivity in US Metropolitan Areas, *Urban Studies*, **51** (5) 917–37.
- Chen, Z. and K.E. Haynes (2015) Impact of High Speed Rail on Housing Values: An Observation from the Beijing-Shanghai Line, *Journal of Transport Geography*, **43** (.) 91–100.
- CORDIS (2008) Guidelines for Ex-Ante and Ex-Post Evaluation, *Deliverable 5*, CORDIS, Ispra.
- Direction générale des Infrastructures des Transports et de la Mer (2014) Note technique du 27 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport, *Notes Technique*, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, Paris.
- Economic and Financial Evaluation Unit (2014) Investing In Our Transport Future: A Strategic Framework for Investment in Land Transport. Impact of Previous Transport Investment in Ireland, *Background Paper*, Department of Transport, Tourism and Sport, Dublin.
- Eliasson, K. (2012) Regionalt transportbidrag En effektutvärdering med fokus på sågverksindustrin, *Working Paper*, Tillväxtanalys, Östersund.
- Falcidieno, M.L., M. Ricci, F. Alcozer, S. Favargiotti et al. (2013) ADES - Airports as Drivers of Economic Success in Peripheral Regions, *Final Report*, ESPON, Luxembourg.
- Feige, I. (2007) *Transport, Trade and Economic Growth - Coupled or Decoupled?*, Ifmo (ed.), Springer-Verlag, Berlin & Heidelberg.
- Fitzroy, S., G. Weisbrod and N. Stein (2014) TPICS TIGER and US Experience: A Focus on Case-based Ex-post Economic Impact Assessment, *Discussion Paper*, OECD/ ITF, Paris.
- France Stratégie (2014) L'évaluation socio-économique des projets de transport, le Commissariat général à l'investissement, *Actes Du Colloque*, France Stratégie, le Conseil général de l'environnement et du développement durable, Paris.

- Garcia-Lopez, M.-A., A. Holl and E. Viladecans-Marsal (2013) Suburbanisation and Highways: When the Romans, the Bourbons and the First Cars Still Shape Spanish Cities, *Documents de Treball de l'IEB*, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Garcia-Lopez, M.-A., I. Pasidis and E. Viladecans-Marsal (2016) Express Delivery to the Suburbs, *CESifo Working Paper*, Barcelona.
- Geurs, K.T., M. de Bok and B. Zondag (2012) Accessibility Benefits of Integrated Land Use and Public Transport Policy Plans in the Netherlands, in K.T. Geurs et al. (eds.), *Accessibility Analysis And Transport Planning Challenges for Europe and North America*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Geurs, K.T., W. Boon and B. Van Wee (2009) Social Impacts of Transport: Literature Review and the State of the Practice of Transport Appraisal in the Netherlands and the United Kingdom, *Transport Reviews*, **29** (1) 69–90.
- Gibbons, S. and H. Overman (2009) Productivity in Transport Evaluation Studies, Department for Transport and LSE, London.
- Giffiner, R., J. Suitner, J. Kadi, H. Kramar et al. (2012) POLYCE - Metropolisation and Polycentric Development in Central Europe, *Final Report*, ESPON, Luxembourg.
- Gjestland, A., D. McArthur, L. Osland and I. Thorsen (2012) A Bridge over Troubled Waters : Valuing Accessibility Effects of a New Bridge, in K.T. Geurs et al. (eds.), *Accessibility Analysis and Transport Planning: Challenges for Europe and North America*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Gordon, C. (2012) When Simplifying Assumptions Are Too Simple: Developing a “Catalogue” of Agglomeration Economies and Other Spatial Impacts of Infrastructure, *SMART Seminar Series: Agglomeration Economics*, University of Canberra.
- Graham, D. (2014) Causal Influence for Ex-post Evaluation of Transport Interventions, *Discussion Paper*, OECD/ ITF, Paris.
- Graham, D.J. (2007) Agglomeration, Productivity and Transport Investment, *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, **41** (8) 317–43.
- Graham, D.J. and K. Van Dender (2010) Estimating the Agglomeration Benefits of Transport Investments: Some Tests for Stability, *Discussion Paper*, Joint Transport Research Centre of the OECD and the International Transport Forum, London.
- Güller, M. and M. Güller (2007a) Räumliche Auswirkungen der Verkehrsinfrastrukturen – Evaluation der Methodik anhand der Fallstudien, ARE und UVEK, Bern und Zürich.
- Güller, M. and M. Güller (2007b) Räumliche Auswirkungen der Verkehrsinfrastrukturen: Lernen aus der Vergangenheit für die Zukunft, ARE und UVEK, Bern.
- Güller, P., W. Schenkel, R. De Tommasi and D. Oetterli (2004) Räumliche Auswirkungen der Zürcher S-Bahn - eine ex-post Analyse, ARE, Bern.

- Hornung, E. (2012) Railroads and micro-regional growth in Prussia, *Ifo Working Papers*, Leibnitz Institute for Economic Research at the University of Munich, Munich.
- Hotelling, H. (1929) Stability in Competition, *Economic Journal*, **39** (153) 41–57.
- Iacono, M. and D. Levinson (2012) Rural Highway Expansion and Economic Development : Impacts on Private Earnings and Employment, *Working Paper*, Nexus research group, University of Minnesota, Minneapolis.
- Intraplan, Planeco and TUBS (2014) Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung, *Entwurf des Endberichts*, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Essen, Berlin, München.
- Johansson, B. and J.M. Quigley (2004) Agglomeration and Networks in Spatial Economies, *Papers in Regional Science*, **83** (1) 165–76.
- Jones, P. (2015) Assessing the Wider Impacts of the Jubilee Line Extension in East London, in R. Hickman et al. (eds.), *International Handbook on Transport and Development*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Kägi, W. and P. Koch (2006) Die Nutzen des Verkehrs, Teilprojekt 4: Netzwerkexternalitäten, ARE und ASTRA, Bern und Basel.
- Kline, P. and E. Moretti (2014) Local Economic Development, Agglomeration Economies, and the Big Push: 100 Years of Evidence from the Tennessee Valley Authority, *Quarterly Journal of Economics*, **129** (1) 275–331.
- Kotavaara, O., H. Antikainen, M. Marmion and J. Rusanen (2012) Scale in the Effect of Accessibility on Population Change: GIS and a Statistical Approach to Road, Air and Rail Accessibility in Finland, 1990-2008, *Geographical Journal*, **178** (4) 366–82.
- Krugman, P. (1991) *Geography and Trade*, Leuven University Press and MIT Press, Leuven and Boston.
- Kuster, J., H.R. Meier, M. Mötteli, M. Shojaati et al. (2014) Auswirkungen der Westumfahrung von Zürich und der A4 durch das Knonaueramt, ARE, ASTRA, BAFU und BAV, Bern und Zürich.
- Levinson, D.M., D.J. Giacomini and A. Badsey-Ellis (2014) Accessibility and the Choice of Network Investments in the London Underground, *World Symposium on Transport and Land Use Research*, University of Minnesota.
- Litman, T. (2015) Evaluating Transportation Land Use Impacts, *VTPI Guide*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria BC.
- Llorens, J.J. and J.A. Richardson (2014) Economic Impact Analysis of Short Line Railroads, *LTRC Projects*, Louisiana State University, Baton Rouge.
- Maciel, V.F. and C. Biderman (2013) Assessing the Effects of the Sao Paulo's Metropolitan

- Beltway on Residential Land Prices, *Journal of Transport Literature*, 7 (2) 373–402.
- Manaugh, K. and A.M. El-Geneidy (2012) Who Benefits from New Transportation Infrastructure? Using Accessibility Measures to Evaluate Social Equity in Public Transport Provision, in K.T. Geurs et al. (eds.), *Accessibility Analysis and Transport Planning*, Ed, Cheltenham.
- Markovich, J. and K. Lucas (2011) The social and distributional impacts of transport: a literature review, School of Geography and the Environment, *Working Paper Series of Transport Studies Unit*, University of Oxford, Oxford.
- McKenzie, B. (2015) Transit Access and Population Change: The Demographic Profiles of Rail-Accessible Neighborhoods in the Washington, DC Area, *SEHSD Working Paper*, US Census Bureau, Washington, D.C..
- Melo, P.C., D.J. Graham, D. Levinson and S. Aarabi (2013) Agglomeration, Accessibility, and Productivity: Evidence for Urbanized Areas in the US, *The Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, Washington D.C..
- Melo, P.C., D.J. Graham and R.B. Noland (2009) A Meta-Analysis of Estimates of Urban Agglomeration Economies, *Regional Science and Urban Economics*, 39 (3) 332–42.
- National Economic Council (2014) An Economic Analysis of Transportation Infrastructure Investment, *White House Report*, The White House, Washington, D.C..
- Nilsen, O., M. Diez-Gutierrez, S. Andersen and T. Torset (2016) Do Fixed Links Affect the Local Labor Market and Industries? Case Study of Three Fixed Link Projects in Norway, Norwegian University of Science and Technology.
- OECD/ITF (ed.) (2008) *The Wider Economic Benefits of Transport*, Transport Research Centre, Paris.
- Peter, M., D. Sutter and M. Maibach (2006) Die Nutzen des Verkehrs Teilprojekt 2 : Beitrag des Verkehrs zur Wertschöpfung in der Schweiz, ARE und ASTRA, Bern.
- Pfändler, S. and M. Zimmermann (2015) Räumliche Auswirkungen von Verkehrsinfrastrukturen in der Schweiz, *Zusammenfassung*, ARE, Bern.
- Portnov, B.A., K.W. Axhausen, M. Tschopp and M. Schwartz (2011) Diminishing Effects of Location? Some Evidence from Swiss Municipalities, 1950-2000, *Journal of Transport Geography*, 19 (6) 1368–78.
- Puga, D. (2010) The Magnitude and Causes of Agglomeration Economies, *Journal of Regional Science*, 50 (1) 203–19.
- PWC (2015) Plan infrastructures 2016/2019: évaluation des impacts socio-économiques du plan infrastructures, *Rapport Final*, SPW - Direction générale opérationnelle des routes et des bâtiments, Bruxelles & Namur.
- Rodrigue, J.-P., P. Comtois and B. Slack (2006) *The Geography of Transport Systems*,

Routledge, Abingdon and New York.

- Rosik, P., M. Stepniak and T. Komornicki (2015) The Decade of the Big Push to Roads in Poland: Impact on Improvement in Accessibility and Territorial Cohesion from a Policy Perspective, *Transport Policy*, **37** (.) 134–46.
- Sauter, D., M. Kunz, E. Eggenschwiler and M. Lang (2014) Wirkungsanalyse Flankierende Massnahmen Westumfahrung: Fuss- und Veloverkehr, *Schlussbericht*, Tiefbauamt Zürich (Mobilität und Verkehr), Zürich.
- Saxton, B. (2015) Accessibility and transport policy Summary challenges in a rural context, *Transport Analysis, Stockholm Summary Report*, .
- Sclar, E.D., M. Lönnroth and C. Wolmar (eds) (2014) *Urban Access for the 21st Century*, Abingdon and New York.
- Singh, Y.J., M.H.P. Zuidgeest, J. Flacke and M.F.A.M. Van Maarseveen (2012) A Design Framework for Measuring Transit Oriented Development, *Urban Transport XVIII: Urban Transport and the Environment in the 21st Century, Volume 18*, **128** (.) 719–30.
- Sommer, H., M. Marti and R. Maggi (2006) Die Nutzen des Verkehrs Teilprojekt 3 : Erreichbarkeit und regionalwirtschaftliche Entwicklung, *Bases*, Bundesamt für Raumentwicklung und Bundesamt für Strassen, Bern.
- Sommer, H., H. Simmen, O. Walker, L. Raymann et al. (2008) Monitoring und Controlling des Gesamtverkehrs in Agglomerationen, *Forschungsauftrag SVI 2004/090*, ASTRA, Bern.
- Sommer, H., S. Suter, M. Maibach and M. Peter (2006) Die Nutzen des Verkehrs, Teilprojekt 1: Begriffe, Grundlagen und Messkonzepte, ARE und ASTRA, Bern und Zürich.
- Spiekermann, K., M. Wegener, V. Kveton, M. Marada et al. (2015) TRACC - Transport Accessibility at Regional/Local Scale and Patterns in Europe, *Scientific Report*, ESPON, Luxembourg.
- Stone, S., A. Strutt and T. Hertel (2010) Assessing Socioeconomic Impacts of Transport Infrastructure Projects in the Greater Mekong Subregion, *ADB Working Paper Series*, Asian Development Bank Institute, Tokyo.
- Sund-Baelt (2015) The socio-economic importance of the Storebaelt link, Sund & Baelt Holding A/S, Copenhagen.
- Thisse, J.-F. (2011) Geographical Economics: A Historical Perspective, *Ecore Discussion Paper*, Université catholique de Louvain, Louvain.
- von Thünen, J.H. (1826) *Der Isolierte Staat in Beziehung Auf Landwirtschaft Und Nationalökonomie*, Perthes, Hamburg.
- Tschopp, M. and K.W. Axhausen (2008) Transport Infrastructure and Regional Development in Switzerland, *Journal of Transport History*, **29** (1) 83–97.

- Tschopp, M., P. Fröhlich and K.W. Axhausen (2006) Accessibility Development and Its Spatial Impacts in Switzerland 1950-2000, *6th Swiss Transport Research Conference*, Ascona.
- Tschopp, M., P. Fröhlich, P. Keller and K.W. Axhausen (2003) Accessibility, Spatial Organisation and Demography in Switzerland through 1850 to 2000: First Results, *T2M*, Eindhoven.
- Tschopp, M., P. Keller and K.W. Axhausen (2003) Raumnutzung in der Schweiz: Eine historische Raumstruktur-Datenbank, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Uchida, H. and A. Nelson (2008) Agglomeration index: Towards a new measure of urban concentration, *Background Paper*, United Nations University, Helsinki.
- Venables, A.J. (2007) Evaluating Urban Transport Improvements, *Journal of Transport Economics and Policy*, **41** (2) 173–88.
- Worsley, T. (2014) Ex-post Assessment of Transport Investments and Policy Interventions, *Discussion Paper*, OECD/ ITF, Leeds & Paris.

Anhänge

Tabelle 41 Kontaktierte Institutionen nach Typ und deren Rückmeldung

Name des Kontaktes (Person, Abteilung, Departement)	Typ	Rückmeldung
ESPON: Sandra Di Biaggio	Org	0
ESPON: Michaela Gensheimer	Org	1
ESPON: Marjan von Herwijnen	Org	Tabelle 19
Portugal: Ministry of Planning and Infrastructure	Sta	0
Portugal: Secretary of State of Development and Cohesion	Sta	0
Portugal: Secretary of State of Infrastructure	Sta	0
Spanien: Instituto Geografico Nacional	Sta	2
Spanien: Arquitectura, vivienda y suelo (Min. de fomento)	Sta	0
Spanien: Ciudad y territorio. Estudios territoriales	Sta	0
Spanien: Joana Segui Pons (Uni of Baleares Islands)	U(Sta)	0
Spanien: Julia Salom Carrasco (Uni Valencia)	U(Sta)	0
Spanien: Angel Pueyo (Uni Zaragoza)	U(Sta)	0
Katalonien: Mobility and transport, -	Sta	3
Katalonien: Mobility and transport, road network	Sta	3
Katalonien: Territory and landscape, territorial planning	Sta	3
Frankreich: Ministère du logement et de l'habitat durable	Sta	0
Frankreich: France Stratégie	Sta	0
Frankreich: Société du Grand Paris	Sta	0
Frankreich: île de France	Sta	0
Frankreich: Ministère de l'environnement..., transports	Sta	0
Irland: Irish transport research network; Aoife Ahern	Sta	0
Irland: DoT; Economic and Financial Evaluation Unit	Sta	0
Irland: DoT; Sustainable Transport Unit	Sta	0
Irland: DoT; National Transport Authority (Public Transport)	Sta	0
Vereinigtes Königreich: DfT, transport science and research unit	Sta	0
Vereinigtes Königreich: DfT, research database	Sta	0
Deutschland: Bundesint. Bau, Stadt- und Raumfor., Markus Eltges	Sta	0
Deutschland: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infra.	Sta	4
Deutschland: DLR, Matthias Heinrichs	Uni	0
Baden-Württemberg: Ministerium für Verkehr & Infrastruktur	Sta	3

Nordrhein-Westphalen: Ministerium für Wirtschaft	Sta	1, 2
Nordrhein-Westphalen: Min. Wohnen, Bauen, Stadtentw., Verkehr	Sta	0
Bayern: Ministerium für Wirtschaft	Sta	0
Bayern: Ministerium für Bau und Verkehr	Sta	0
Österreich: Ministerium für Verkehr und Infra., strategisch. Prüfung	Sta	3, 2
Österreich: Forschungsgesellschaft Strasse Schiene Verkehr (FSV)	Org	0
Österreich: Raumordnungskonferenz ÖROK	Org	3
Österreich: Ministerium für Verkehr und Infra., Statistik	Sta	0
Österreich: Ministerium für Land-, Forstwirtschaft, Umwelt	Sta	3, 1
Österreich: Ministerium für Innovation und Wirtschaft	Sta	0
Italien: Ministry of Finance and Economy	Sta	0
Italien: Ministry for Economic development	Sta	0
Italien: Ministry for Environment, territory and ocean	Sta	0
Italien: Ministry for infrastructure and transport	Sta	0
Belgien: Ministère de mobilité, statistique	Sta	3
Belgien: Ministère de mobilité	Sta	4, 3
Belgien: Statistics	Sta	2
Belgien: Nationalbank	Sta	0
Belgien: Service public fédéral mobilité et transports	Sta	0
Belgien: Direction gén. opérat. de la Mobilité et des Voies hydraul.	Sta	0
Belgien: Bruxelles area: planification	Sta	2
Flandern: Regionalregierung	Sta	3, 2
Flandern: Cluster studiedienst Vlaamse Regering	Sta	0
Wallonien: l'aménagement du territoire	Sta	0
Wallonien: transport et mobilité	Sta	3, 2
Wallonien: Inst. de l'évaluation, de la prospective et de la statistique	Sta	Tabelle 32, Tabelle 37
Niederlande: Ministry for infrastructure and environment	Sta	3, 5
Dänemark: Denmark statistics	Sta	3, 6
Dänemark: Sund og Bael	Priv	Tabelle 35
Dänemark: Ministry of business and growth	Sta	0
Dänemark: The economic council	Sta	0
Dänemark: Ministry of finance	Sta	0

Dänemark: Ministry of transport and building	Sta	0
Schweden: Growth Policy Analysis (accessibility), Jan Cedervärn	U(Sta)	4
Schweden: Growth Policy Analysis (accessibility), Kent Eliasson	U(Sta)	Tabelle 11
Schweden: Ministry for rural affairs (state sec. Elisabeth Backteman)	Sta	1, 6
Schweden: Ministry for infrastructure (state sec. Erik Bromander)	Sta	1, 6
Schweden: vti road and transport research inst.; transport economics	U(Sta)	0
Schweden: vti road and transport research institute; transport system	U(Sta)	0
Schweden: Transport analysis, Fredrik Brandt	Org	1
Schweden: Transport analysis, Anders Ljungberg	Org	4
Schweden: Boverket: board of housing, building and planning	Sta	0
Finnland: Traffic Lab: Mr Seppo Öörni, Mr Janne Hauta	Sta	0
Finnland: Suomen Kasvu Käytävä (Finish growth corridor)	Org	0
Finnland: Ministry of transport, Hörkkö Jorma	Sta	0
Finnland: Ministry of transport, Jääskeläinen Saara	Sta	0
Finnland: Finish Transport Agency (communications)	Sta	0
Finnland: Ministry of employment, economy, regional development	Sta	2
Finnland: Ministry of environment, Dep. built environment	Sta	0
Finnland: Ministry of finance, economic trends	Sta	0
Norwegen: Ministry of local goverment and modernisation	Sta	0
Norwegen: Ministry of transport and communications	Sta	0
Norwegen: Ministry of tranp., Dep. of strategy	Sta	0
USA: Federal National Economic Council	Sta	0
USA: Federal office of urban affairs	Sta	0
USA: Federal economics and statistics administration	Sta	0
USA: Fed. Dep. of hous. and urban dev.; office of policy develop.	Sta	5
USA: Federal Dep of housing and urban development	Sta	0
USA: Fed. Dep of lab., bur. of labor stats, prod. res., L. Sveikauskas	Sta	4
USA: Federal Dep of labor, bureau of labor stats, publication	Sta	3
USA: Fed. Dep of labor, bureau of labor stats, geog. profile of labor	Sta	0
USA: Federal Dep of transport	Sta	2
Maryland: Dep. of planning, Joe Tassone	Sta	0
Maryland: Dep. of planning, Chuck Boyd	Sta	0
Maryland: Dep. of transport, planning	Sta	0

Maryland: Dep. of transport	Sta	0
Kalifornien: Dep of econ. opportunities, com, plan., James Stansbury	Sta	0
Kalifornien: Dep of econ. opportunities, com, plan., Ray.Eubanks	Sta	0
Kalifornien: Dep of transport, publications	Sta	0
Kalifornien: Dep of transport, office of regional planning	Sta	0
Kalifornien: Dep of transport, economic analysis branch	Sta	0
Kalifornien: Governor's office of planning and research	Sta	3
Kalifornien: High-speed rail authority	Sta	0
Kalifornien: Labor and workforce development agency	Sta	0
Oregon: Dep. of land conservation and development	Sta	3
Oregon: Dep. of transport	Sta	0
Oregon: Portland metro: land use, data, transport	Sta	0
Washington: Dep of transport, planning	Sta	0

Ergänzungen: Org = Organisation, Sta = staatliche Behörde, Uni = Universität, U(Sta) = Universität im direkten Auftrag einer staatlichen Behörde, Priv = Private; DoT = Department of Transport; 0 = keine Rückmeldung, 1 = Weiterverweis intern, 2 = Weiterverweis extern, dort keine Rückmeldung, 3 = Absage, 4 = Brauchbare Rückmeldung, jedoch unpassend für diese Studie, 5 = Anfrage missverstanden, 6 = Verweis extern, dort Rückmeldung
