

Rieger, Paul

Working Paper

Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur als Mittel zur Förderung strukturschwacher Regionen

Darmstadt Discussion Papers in Economics, No. 240

Provided in Cooperation with:

Darmstadt University of Technology, Department of Law and Economics

Suggested Citation: Rieger, Paul (2021) : Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur als Mittel zur Förderung strukturschwacher Regionen, Darmstadt Discussion Papers in Economics, No. 240, Technische Universität Darmstadt, Department of Law and Economics, Darmstadt, <https://doi.org/10.26083/tuprints-00017830>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/234570>

Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

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

Terms of use:

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

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

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

**Darmstadt
Discussion Papers
in ECONOMICS**



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT**

**Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur
als Mittel zur Förderung strukturschwacher Regionen**

Paul Rieger

Nr. 240

Arbeitspapiere der
Volkswirtschaftlichen Fachgebiete der
Technischen Universität Darmstadt



This text may be downloaded for personal research purposes only. Any additional reproduction for other purposes, whether in hard copy or electronically, requires the consent of the author(s), editor(s). If cited or quoted, reference should be made to the full name of the author(s), editor(s), the title, the working paper or other series, the year, and the publisher.

ISSN 1438-2733

© Paul Rieger 2021
Printed in Germany
Technische Universität Darmstadt
Department of Law and Economics
D – 64289 Darmstadt
Germany
www.wi.tu-darmstadt.de

Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur als Mittel zur Förderung strukturschwacher Regionen

Paul Rieger

Abstract

30 Jahre nach der deutschen Wiedervereinigung bestehen weiterhin deutliche regionale Disparitäten zwischen Ost- und Westdeutschland. Zusätzlich verschärft der Kohleausstieg strukturelle Probleme in den deutschen Kohleregionen. In politischen Handlungskonzepten werden dabei immer auch Investitionen in die Fernstraßeninfrastruktur als eines der anzuwendenden Mittel zur Unterstützung des Strukturwandels genannt.

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich verschiedene theoretische und empirische Ansätze zur Bewertung der Auswirkungen von Fernstraßeninfrastruktur auf die regionalwirtschaftliche Entwicklung mit teilweise gegensätzlichen Implikationen. Ziel dieser Arbeit ist es, anhand einer systematischen Literaturanalyse und einer Einordnung der empirischen Studien anhand ihrer theoretischen Grundansätze zu untersuchen, wie sich Fernstraßeninvestitionen auf die wirtschaftliche Entwicklung von strukturschwachen Regionen auswirken und welche ökonomischen Effekte dabei unter welchen Bedingungen eintreten. Anhand der Einordnung dieser Effekte wird weiterhin diskutiert, inwiefern Fernstraßeninvestitionen eine sinnvolle Maßnahme zur Förderung strukturschwacher Regionen sein können.

Aus den komplexen und teilweise gegensätzlichen Effekten von Fernstraßeninvestitionen auf die regionale wirtschaftliche Entwicklung, folgt, dass Fernstraßeninvestitionen nicht pauschal als Mittel zur Förderung strukturschwacher Regionen angewandt werden können. Viel mehr unterstreichen die Ergebnisse dieser Arbeit, dass eine enge Zusammenarbeit zwischen der Planung der Investitionen in die Fernstraßeninfrastruktur und der Regionalförderung unabdingbar ist. Im Rahmen der BVWP ist demnach zusätzlich zu einer konventionellen NKA eine fachlich begleitete Analyse der zu erwartenden Effekte durchzuführen, die gegebenenfalls durch Simulationsmodelle unterstützt werden kann.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Abkürzungsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
2 Problemstellung	4
2.1 Stand der Forschung	4
2.2 Methodisches Vorgehen	5
2.3 Inhaltliche Abgrenzung	5
2.4 Begriffsklärungen	6
3 Systematische Literaturanalyse	8
3.1 Endogene Wachstumstheorie	8
3.2 Neoklassische Handelstheorie	21
3.3 Stadtökonomie	26
3.4 Neue Ökonomische Geografie	30
3.5 Traditionelle Standorttheorie	34
3.6 Logistikbasierte Betrachtungen	45
3.7 Immobilienpreisbasierter Ansatz	49
4 Diskussion und Handlungsempfehlungen	54
4.1 Diskussion der Implikationen der Modelle	54
4.2 Modellübergreifende Diskussion	60
5 Zusammenfassung und Ausblick	65
Anhang	LXVIII
Literaturverzeichnis	LXIX
Anlage: Tabellarische Übersicht der Literatur	LXXVI

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anteile der Verkehrsträger an der Verkehrsleistung in Deutschland im Jahr 2019_ 6

Abbildung 2: Saldo der Binnen- und Außenwanderung nach Landkreisen (2017) Quelle: BiB
(2021) _____ LXVIII

Abkürzungsverzeichnis

BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BVWP	Bundesverkehrswegeplanung
CBD	Central Business District
EOQ	Economic Order Quantity (Modell)
GIS	Geografisches Informationssystem
GMM	Generalisierte Momentenmethode
IV	Instrumentvariable
MSA	Metropolitan Statistical Area
NKA	Nutzen-Kosten-Analyse
NÖG	Neue Ökonomische Geografie
NTHS	National Trunk Highway System
NUTS	Nomenclature des unités territoriales statistiques
TFP	Totale Faktorproduktivität
TSLS	Two Stage Least Squares
WEI	wider economic impacts

1 Einleitung

Auch nach 30 Jahren Deutscher Einheit bleiben trotz großer Fortschritte weiterhin deutliche regionale Unterschiede zwischen Ost- und Westdeutschland (BMWi 2020). Dies zeigt sich zum Beispiel an der um 20 % geringeren Produktivität der ostdeutschen Wirtschaft im Vergleich zu Westdeutschland (Müller et al. 2019). Weiterhin liegen die mittleren Löhne pro Vollzeitäquivalent auf Betriebsebene in Ostdeutschland mit 2.750 Euro nur auf 79 % des Westniveaus mit 3.470 Euro (Müller et al. 2018). Die ungünstigeren Lebensbedingungen schlagen sich auch in den Wanderungsbewegungen nieder, die zeigen, dass viele ostdeutsche Landkreise mit Abwanderungen konfrontiert sind (siehe Anhang A1). Diese wirken sich wiederum auf die Betriebe aus, die Probleme haben, ihre Ausbildungsplätze zu besetzen, um ausreichend Fachkräfte zu gewinnen (Müller et al. 2017). Langfristig ist aufgrund der demografischen Entwicklung eine Verschärfung dieser Situation zu erwarten mit einem Rückgang der Personen im erwerbsfähigen Alter um zwei Fünftel in Ostdeutschland gegenüber einem Fünftel in Westdeutschland bis 2060 (IWH 2019, S. 14). All diese Mängel bestehen trotz West-Ost-Transfers in Milliardenhöhe, die nötig sind, um die ostdeutsche Wirtschaft „in Gang“ zu halten (Ludwig 2020).

Zusätzlich fordert die Energiewende als wichtiges Instrument gegen den Klimawandel die Stilllegung der klimaschädlichen Kohleverstromung, die in einigen Regionen Deutschlands, auch in Ostdeutschland, tragende Wirtschaftszweige betrifft. Zum 14. August 2020 wurde mit dem Inkrafttreten des Kohleausstiegsgesetzes die Beendigung der Kohleverstromung bis spätestens zum Jahr 2038 gesetzlich festgelegt. Damit stehen die betroffenen Regionen vor einer zusätzlichen Herausforderung. Den damit einhergehenden Strukturwandel zu meistern sieht das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi 2019, S. 2) auch als wichtigen Erfolgsfaktor für die Energiewende.

Das Ziel gleichwertige Lebensverhältnisse in allen Regionen Deutschlands herzustellen und zu erhalten, wird in Artikel 72 des Grundgesetzes angesprochen und auch im Raumordnungsgesetz als Leitvorstellung einer nachhaltigen Raumentwicklung verankert. Seither spielt dieses Leitbild auch in politischen Entscheidungen eine wichtige Rolle (Aubert et al. 2000). 2018 hat die deutsche Bundesregierung die Kommission „Gleichwertige Lebensverhältnisse“ einberufen und 2019 die Ergebnisse als „Unser Plan für Deutschland“ veröffentlicht (Seibring 2019). Dort wird unter anderem der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur als Mittel zur Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse ins Auge gefasst. Die dortige Empfehlung lautet „Verbindungen zwischen Wachstumszentren und ihrem auch dünner besiedelten Umland sowie in und zwischen dünner

besiedelten Regionen zu verstärken“ (BMI et al. 2019, S. 20). Auch im Rahmen des Abschlussberichtes der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“, der sich mit dem Strukturwandel der deutschen Kohlereviere befasst, wird der Verkehrsinfrastruktur eine besondere Bedeutung beigemessen und zusätzlich konkrete Projektvorschläge gemacht (BMWi 2019, S. 87 ff.). Zudem schlägt sie eine Priorisierung der Projektvorschläge durch einen „Revierbonus“ vor.

Da das Verkehrsnetz für die wirtschaftliche Entwicklung und für das Funktionieren der deutschen Wirtschaft besonders im verarbeitenden Gewerbe nach wie vor eine wichtige Rolle spielt, scheint es sinnvoll, darin einen Ansatz zur Wirtschaftsförderung zu sehen. In vielen Bereichen spielen gut funktionierende Supply Chains eine wesentliche Rolle für die industrielle Organisationsstruktur, was sich gut am Beispiel der Automobilindustrie in Deutschland erkennen lässt. Zusätzlich spielt die Verkehrsinfrastruktur eine Rolle für Siedlungsstrukturen und die Standortentscheidungen von Unternehmen (Möller et al. 2018).

Des Weiteren zeigt sich, dass Subventionen für private Unternehmen oft kein effektives Mittel zur Strukturförderung sind, da sie den Druck, effizienter zu produzieren, verringern (IWH 2019, S. 23). Investitionen in die öffentliche Infrastruktur, zum Beispiel in das Verkehrsnetz, könnten daher eine sinnvolle Investitionsalternative sein.

Problematisch bleibt dennoch die Bewertung der verschiedenen Verkehrsinfrastrukturprojekte. Diese werden im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) im Rahmen einer Nutzen-Kosten-Analyse (NKA) durchgeführt, die durch qualitative Bewertungen von umwelt- und naturschutzfachlichen, raumordnerischen und städtebaulichen Auswirkungen ergänzt wird (Dahl et al. 2016). Im Rahmen der NKA werden jedoch im Wesentlichen lediglich Änderungen der Reisezeiten inklusive veränderter Verkehrswegwahl sowie eingesparte Unfall- und Umweltkosten umfassend monetarisiert. Der Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung (Produktivität, Investitionen, Landnutzung und Arbeitsmarkt), in der wissenschaftlichen Literatur als „wider economic impacts“ (WEI) bezeichnet, wird jedoch in Deutschland nicht berücksichtigt (Rothengatter 2017). Ziel dieser Arbeit ist es daher, zu untersuchen, welche WEI von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen besonders in strukturschwachen Regionen zu erwarten sind und ob diese damit ein wirkungsvolles Mittel zur Strukturförderung sind.

Im folgenden Kapitel wird zunächst die Problemstellung ausgehend vom Stand der Forschung beschrieben und abgegrenzt. Anschließend wird in Kapitel 3 die zugehörige Literatur systematisch untersucht. Deren Ergebnisse werden in Kapitel 4 diskutiert. Dabei werden auch verbleibende

Wissenslücken aufgezeigt und Handlungsempfehlungen für die Anwendung der Ergebnisse gegeben. In Kapitel 5 wird die vorliegende Arbeit zusammengefasst und ein Ausblick auf die zukünftige Entwicklung und Forschungsfelder gegeben.

2 Problemstellung

Im Rahmen dieses Kapitels wird zunächst der Stand der Forschung dargelegt und daraus die Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit hergeleitet. Anschließend wird das methodische Vorgehen zur Beantwortung der Forschungsfrage beschrieben, eine inhaltliche Abgrenzung des Forschungsthemas vorgenommen und zuletzt wichtige Begriffe geklärt.

2.1 Stand der Forschung

Das Interesse an Infrastruktur als Treiber des Wirtschaftswachstums in der wissenschaftlichen Literatur ist seit der viel diskutierten Arbeit von Aschauer (1989) in den Blickpunkt vieler Forschenden geraten. Aschauer (1989) führt mehrere Schätzungen zum Zusammenhang zwischen öffentlicher Infrastruktur und dem Bruttoinlandsprodukt (BIP) durch und stellt einen deutlichen positiven Einfluss fest. Daran macht er fest, dass der Produktivitätsrückgang in den USA in den 70er und 80er Jahren zu einem großen Anteil auf den Rückgang der Investitionen in die öffentliche Infrastruktur zurückzuführen ist. Die Studie wurde von vielen Forschenden kritisch diskutiert, wobei alternative Studien oft widersprüchliche Ergebnisse liefern und auch methodische Probleme aufgezeigt wurden (Hulten et al. 1991, Tatom 1991). Metaanalysen der seitdem veröffentlichten empirischen Studien zur Analyse des Effekts von Infrastruktur auf die Produktivität attestieren eher moderate bis verschwindend geringe Effekte (Melo et al. 2013, Holmgren et al. 2017). Eine vergleichende Bewertung der methodischen Herangehensweisen findet sich in Pereira et al. (2013).

Eine ausführliche Arbeit, die besonders die Effekte der Highway-Infrastruktur in den USA in den Vordergrund stellt und dabei zusätzlich regionale Auswirkungen in einer Literaturanalyse betrachtet, ist Shatz et al. (2011). Demnach lassen sich auch für Highway-Infrastruktur positive Effekte auf die Produktivität feststellen, wobei die Effekte von privaten Investitionen im Vergleich häufig größer sind. Weiterhin bestätigen sie den von Fernald (1999) beobachteten Effekt abnehmender Grenzerträge beim Fernstraßenbau. Zudem stellen die Forschenden fest, dass sich die Fernstraßeninfrastruktur einerseits als Produktionsfaktor auswirkt und andererseits als Technologie, die den Einsatz anderer Produktionsfaktoren effizienter macht. Die für die vorliegende Arbeit wichtigste Feststellung ist, dass Transportinfrastruktur Einflüsse auch außerhalb der Region, in der sie platziert wurde, hat, die sich sowohl positiv als auch negativ auf die wirtschaftliche Entwicklung der Region auswirken können. Rephann et al. (1994) erklären das unter anderem damit, dass die Wirkung von Highway-Infrastruktur unter anderem davon abhängt, welche räumlichen Verknüpfungen entstehen und welche wirtschaftlichen Rahmenbedingungen vorliegen.

Die Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit lautet damit: Welche ökonomischen Effekte lassen sich für Investitionen in die Fernstraßeninfrastruktur feststellen und welche ökonomischen Wirkungsmechanismen begründen diese? Inwiefern können in Anbetracht dieser Effekte Investitionen in die Fernstraßeninfrastruktur ein sinnvolles Mittel zur Förderung strukturschwacher (z. B. ostdeutscher) Regionen sein?

2.2 Methodisches Vorgehen

Die beobachtete Uneindeutigkeit der regionalen Wirkungen von Verkehrsinfrastruktur wird im Rahmen dieser Arbeit genauer untersucht. Um mehr Klarheit über die gegensätzlichen Wirkungsmechanismen zu gewinnen, werden existierende empirische Studien im Rahmen einer systematischen Literaturanalyse untersucht und nach ihren verschiedenen modelltheoretischen Ansätzen eingeordnet. Sofern für einzelne Studien keine klaren modelltheoretischen Ansätze vorliegen, da sie sich vornehmlich auf allgemeine empirische Beobachtungen stützen, wird die Interpretation der Ergebnisse anhand der zugehörigen Theorie eingeordnet. Übergreifend betrachtet sind im Rahmen dieser Arbeit die verschiedenen theoretischen Ansätze nicht als alternative Erklärungsansätze, sondern kumulativ zu betrachten (Zierer 2015, S. 55). Ziel dieser Arbeit ist es, die modelltheoretischen Wirkungen anhand empirischer Studien zu überprüfen und Erkenntnisse darüber herzuleiten, wann welche Effekte zu beobachten sind. Dieser Ansatz unterscheidet sich damit von existierenden Metaanalysen, indem die Studien im Rahmen ihrer theoretischen Ansätze und qualitativen Ergebnisse eingeordnet werden und damit zusätzliche Erkenntnisse über die Wirkungsmechanismen einfließen.

2.3 Inhaltliche Abgrenzung

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf die Wirksamkeit von Investitionen in die Straßeninfrastruktur. Weitere Verkehrsinfrastruktur, wie Binnenhäfen, Seehäfen, Flughäfen, regionale Schienenwege und Hochgeschwindigkeitsstrecken für den Schienenverkehr werden in dieser Arbeit nicht betrachtet und bedürfen einer gesonderten Betrachtung. Dies entspricht den Erkenntnissen von Gokan et al. (2019), die anmerken, dass die verschiedenen Transportmodi sich in unterschiedlicher Ausprägung mehr und weniger stark auf die Transportkosten für den Transport von Gütern und auf die Transportkosten für den Personenverkehr, zum Beispiel für das Herstellen von direktem Kundenkontakt (Kommunikationskosten) auswirken. Daraus können verschiedene Effekte auf regionale Disparitäten entstehen.

Da die Straßeninfrastruktur sowohl dem Güterverkehr als auch dem Personenverkehr dient, können hier beide Effekte beobachtet werden, womit die Trennung der Effekte schwieriger ist. Da der Straßenverkehr jedoch sowohl in der Verkehrsleistung im Personenverkehr als auch im Güterverkehr die wichtigste Rolle spielt (siehe Abbildung 1), wird dieser im Rahmen dieser Arbeit in den Fokus genommen. Zudem zeigen Melo et al. (2013) und Chen et al. (2015), dass Investitionen in die Straßeninfrastruktur gegenüber anderen Verkehrsträgern die stärksten Auswirkungen auf die Produktivität haben.

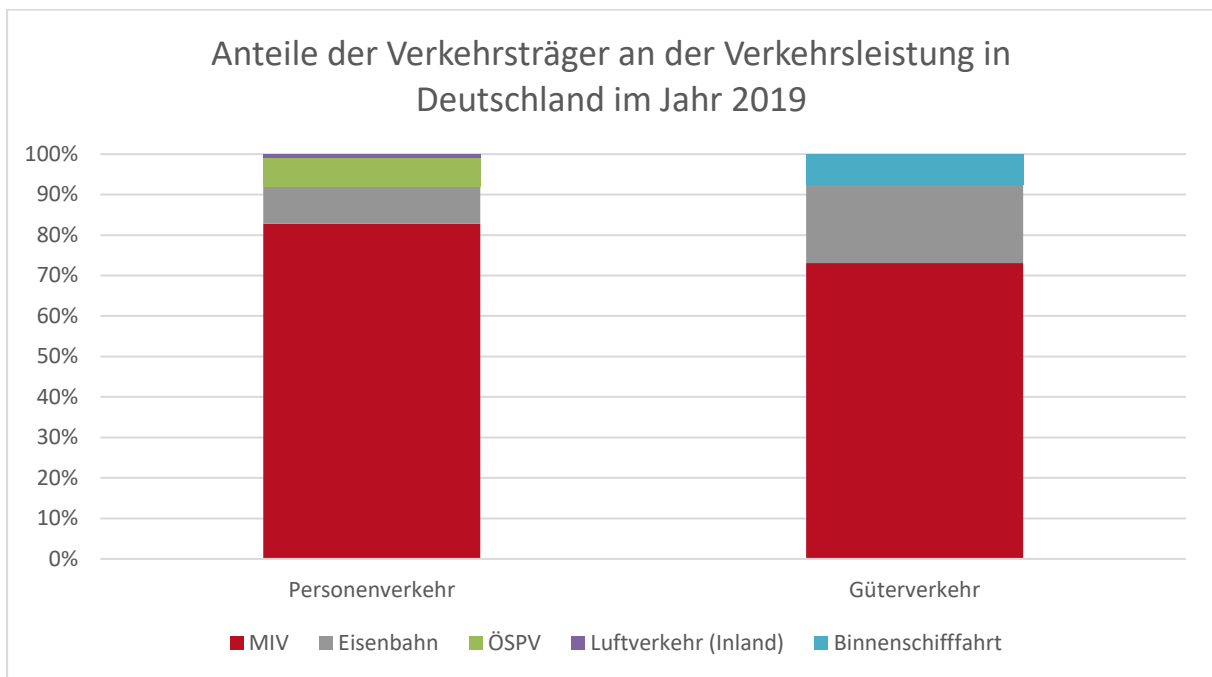


Abbildung 1: Anteile der Verkehrsträger an der Verkehrsleistung in Deutschland im Jahr 2019. Eigene Darstellung basierend auf Daten in DLR et al. (2020). MIV: Motorisierter Individualverkehr, ÖSPV: Öffentlicher Straßenpersonenverkehr.

Des Weiteren ist es das Ziel der Arbeit, die Frage zu klären, ob Investitionen in die Straßeninfrastruktur und insbesondere in die Fernstraßeninfrastruktur ein geeignetes Mittel zur Förderung strukturschwacher Regionen sind. Daher werden im Rahmen der Literaturanalyse nur solche Studien berücksichtigt, die Bezug zu den räumlichen Auswirkungen der (Fern-)Straßeninfrastruktur nehmen und mittel- und langfristige Effekte betrachten.

2.4 Begriffsklärungen

Untersuchungsgegenstand der Arbeit sind Investitionen in die Fernstraßeninfrastruktur. Da für die Fernstraßeninfrastruktur in verschiedenen Ländern verschiedene Wörter verwendet werden und

auch unterschiedliche Baunormen die Ausstattung der Fernstraßen existieren, ist ein präziser Umgang mit den Begriffen wichtig. Im Rahmen dieser Arbeit wird der Begriff „Fernstraße“ als Überbegriff verwendet, der alle überregionalen Straßen einbezieht.

Im amerikanischen Raum werden Fernstraßen als Highways klassifiziert. Diese haben in Abgrenzung zu den Interstate Highways einen geringeren Ausstattungsstandard (in der Regel keine räumliche Trennung der Fahrstreifen der Gegenrichtung), während Interstate Highways mit den europäischen Autobahnen vergleichbar sind. Demnach wird im Rahmen dieser Arbeit in europäischen Studien von Autobahnen bei höherem Ausbaustandard und allgemein von Fernstraßen bei niedrigerem Ausbaustandard gesprochen. Bei US-amerikanischen Studien wird analog zwischen Interstate Highways und „einfachen“ Highways unterschieden. Für sonstige internationale Studien und wenn Unklarheit über den Ausbaustand der betrachteten Fernstraßennetze besteht, wird vereinfacht nur der Begriff „Fernstraße“ verwendet.

3 Systematische Literaturanalyse

Wie im vorigen Kapitel beschrieben werden die untersuchten Studien nach theoretischen Modellen eingeordnet. Dazu zählen wachstumstheoretische Ansätze sowie Ansätze der Handelstheorie. Zudem bieten stadtökonomische Modelle weitere Erklärungsansätze. Besondere Aufmerksamkeit gilt im Rahmen der betrachteten Frage auch der Neuen Ökonomischen Geografie (NÖG), die auf Krugman (1991) zurückgeht. Einen ausführlichen Überblick über diese theoretischen Ansätze und der Rolle der Verkehrsinfrastruktur im Rahmen dieser Ansätze bietet Zierer (2015). Darüber hinaus werden weitere Studien im Rahmen der traditionellen Standorttheorie betrachtet. Die letzten beiden Abschnitte dieses Kapitels beschäftigen sich mit Überlegungen der Logistik auf der Unternehmensseite und Überlegungen zu Immobilienpreisen auf der Seite der privaten Haushalte. Eine tabellarische Übersicht über die Ergebnisse dieses Kapitels und abgeleitete Implikationen für Handlungsempfehlungen findet sich in der Anlage am Ende dieser Arbeit.

3.1 Endogene Wachstumstheorie

Im Gegensatz zur neoklassischen Wachstumstheorie wird der technische Fortschritt in der endogenen Wachstumstheorie nicht als exogen vorgegeben angenommen. Die Generierung von langfristigem Wirtschaftswachstum liegt damit in der Hand der Marktakteure, indem sie die gesamtwirtschaftliche Produktivität durch Weiterentwicklung des technischen Fortschritts steigern (Klodt 1993, S. 10 f.). Der technische Fortschritt wird demnach durch Investitionen in den Kapitalstock und der damit einhergehenden Erhöhung der Kapitalintensität vorangetrieben. Dabei umfasst der Kapitalstock im weiteren Sinne auch Wissen und Humankapital als Treiber für technischen Fortschritt (Romer 1986). Spillover-Prozesse und positive Externalitäten spielen hier eine wichtige Rolle, da sie das Wissen allen Marktteilnehmern zugänglich machen und nur so langanhaltendes Wachstum generiert wird (Grossman et al. 1991).

Zierer (2015) deutet die Rolle von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen im Rahmen der endogenen Wachstumstheorie darin, dass sie sich über Spillover-Effekte (vgl. Arrow 1963, Romer 1986) positiv auf den Produktionsoutput auswirken. Diese bestehen in der Nutzung einer größeren Basis an Inputgütern, eines größeren Arbeitsmarkts und im Teilen von Wissen und Innovationen. Weiterhin entstehen Übertragungseffekte infolge der stärkeren Wissens- und Humankapitalproduktion. Das eingebrachte Kapital nimmt Einfluss auf die Grenzproduktivitäten der privaten Inputs und durch den Ausbau des Verkehrsnetzes wird damit die Produktivität von Arbeit und Kapital gesteigert

(Berechman 1995, S. 24 f.). Die Wirkungskraft von Verkehrsinvestitionen hängt also maßgeblich von der Stärke der Spillover-Effekte und den regionalen Diffusionsmöglichkeiten ab (Krieger-Boden 1995, S. 68).

In den folgenden zwei Unterkapiteln werden empirische Studien zur betrachteten Fragestellung untersucht, die auf Grundannahmen der endogenen Wachstumstheorie basieren. Dabei wird die Verkehrsinfrastruktur entweder als Produktionsfaktor im Sinne des öffentlichen Kapitals neben dem privaten Kapital berücksichtigt (wie z. B. auch in Aschauer 1989) oder (in der jüngeren Literatur häufiger) als direkter Einfluss auf die Produktionstechnologie und damit auf die Totale Faktorproduktivität (TFP). Wegen der hohen Relevanz von Spillover-Effekten wird im Folgenden zwischen solchen Studien unterschieden, die diese Spillover-Effekte nur indirekt innerhalb der betrachteten räumlichen Untersuchungseinheiten berücksichtigen (Kapitel 3.1.1) und solchen, die explizit interregionale Spillover-Effekte ermöglichen (Kapitel 3.1.3).

3.1.1 Studien ohne interregionale Spillover-Effekte

Barzin et al. (2018) untersuchen die Auswirkungen der Erweiterung des Fernstraßennetzes auf den Output des verarbeitenden Gewerbes in Kolumbien von 2000 bis 2009. Hierfür verwenden die Forschenden einen Cobb-Douglas-Produktionsfunktionsansatz, in dem das Fernstraßenkapital als Produktionsfaktor eingeht. Die Annahme dabei ist, dass die Verdichtung des Fernstraßennetzes zu einem Abbau der Distanzen, einer Verringerung der Transportkosten und einer Zunahme des erreichbaren Marktpotenzials für alle Unternehmen führt. Diese Effekte erhöhen den Wettbewerbsdruck und damit die TFP. Die TFP wird indirekt über den Effekt auf den Output betrachtet.

Das Ergebnis der Studie ist, dass die Erweiterung des Fernstraßennetzes um 10 % die Menge des Outputs im verarbeitenden Gewerbe um 1,3 bis 1,5 % im 1-Jahres-Zeitraum erhöht. Die Effekte treten dabei zeitlich verzögert auf. Barzin et al. (2018) stellt dabei fest, dass der Effekt weiterhin in Schwerindustrien stärker auftritt. Mit geringer statistischer Signifikanz scheint zudem ein stärkerer Effekt in wirtschaftlich stärkeren Regionen aufzutreten. Allgemein zeigen die Ergebnisse den Forschenden zufolge im Vergleich zu den Ergebnissen anderer Studien, dass der Effekt in Entwicklungsländern stärker ist als in entwickelten Ländern.

Ghani et al. (2014) untersuchen die Auswirkungen des Ausbaus der Golden Quadrilateral Highways in Indien im Zeitraum von 1999-2010 auf den Output, die Anzahl der Unternehmen, die Beschäftigung, die Arbeitsproduktivität, die Löhne, die Arbeitskosten und die TFP im verarbeitenden

Gewerbe. Das Regressionsmodell unterscheidet die Unternehmen nach ihrer geografischen Entfernung von den Highways und wird mithilfe einer Instrumentvariablen-schätzung (IV-Schätzung) validiert.

Die Ergebnisse des Regressionsmodells zeigen, dass Distrikte im Umkreis von 0 bis 10 km der ausgebauten Fernstraßen ein Wachstum des Outputs des verarbeitenden Gewerbes um 49 % innerhalb des Jahrzehnts ab Beginn der Bauarbeiten erfahren haben. Ein bedeutender Teil des Wachstums ist auf Markteintritte junger Unternehmen mit land- und gebäudeintensiver Produktion zurückzuführen. Die beobachtete Relevanz land- und gebäudeintensiver Produktion in ländlichen Regionen deckt sich mit der Grundidee der Thünenschen Ringe, dass sich bodenintensive Industrien weiter entfernt von Städten ansiedeln (von Thünen 1842, siehe auch Kapitel 3.5).

Interessant ist jedoch, dass sich eine statistisch signifikante positive Beeinflussung der TFP nur für Unternehmen an den Knotenpunkten des Fernstraßennetzes, nicht aber entlang der Highways festgestellt werden konnte. Die Hauptursachen für die Erhöhung des Outputs scheinen Gründungen neuer Unternehmensstandorte und die Erhöhung der Arbeitsproduktivität zu sein. Die Arbeitsproduktivität wurde dabei als Verhältnis von Arbeitseinsatz und Output gemessen.

Bereits bestehende Unternehmen wachsen ebenfalls, sowohl in Bezug auf den Output als auch auf die Größe der Standorte und haben leicht erhöhte Überlebenschancen. Weitere Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass besonders mittelgroße Städte von den Produktionszuwächsen profitieren.

Nach Einschätzung der Forschenden sind nach Ablauf des Betrachtungszeitraums keine weiteren signifikanten Wachstumseffekte zu erwarten. Dies liegt zum einen daran, dass die Zahl der neu gegründeten Unternehmensstandorte mit der Zeit abnimmt, zum anderen lässt sich feststellen, dass das Wachstum des Outputs im Betrachtungszeitraum bereits seinen Höhepunkt erreicht und anschließend wieder abnimmt.

Holl (2012) untersucht im Rahmen eines neoklassischen Ansatzes, wie sich Erhöhungen des Marktpotenzials durch den Straßenausbau von 1991 bis 2005 auf die TFP der Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe in Spanien auswirken. Die Grundidee ist, dass sich das erhöhte Marktpotenzial durch verschärfte Wettbewerbseffekte und erhöhte Reichweiten von Spillover-Effekten auf die Produktivität auswirkt. Das Marktpotenzial wird dabei durch ein entsprechend der jeweiligen Bevölkerungszahl gewichtetes Erreichbarkeitsmaß zur Bestimmung des Marktpotenzials ausgedrückt. Dieses basiert auf dem Ausbaustand des Fernstraßennetzes und den daraus resultierenden Reisezeiten zu den 573 größten spanischen Städten mit mehr als 10.000 Einwohnern.

Das ökonometrische Modell enthält eine Schätzung der Cobb-Douglas-Produktionsfunktion auf Unternehmensebene, in dem neben den Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital angenommen wird, dass sich das Marktpotenzial auf die TFP des jeweiligen Unternehmens auswirkt. Das Modell wird mit Paneldaten auf Unternehmensebene und verschiedenen Schätzstrategien geschätzt, um unternehmensspezifische Heterogenität, zeitspezifische Einflüsse und Endogenität zu berücksichtigen.

Die erste Schätzstrategie enthält zunächst eine Schätzung mithilfe der Generalisierten Momentenmethode (GMM) und internen sowie externen Instrumentvariablen.

In der zweiten Schätzstrategie wird zunächst die TFP geschätzt und anschließend der Einfluss des Marktpotenzials auf die TFP unter Zuhilfenahme von Instrumentvariablen. Diese umfassen

- interne Instrumentvariablen
- das Marktpotenzial von 1900,
- einen topografischen Index,
- eine historische Karte der Postrouten aus dem Jahr 1760,
- die Verbindung der historischen Karte mit der Baufortschrittsrate,
- ursprüngliche Pläne für das Fernstraßennetzwerk aus dem Jahr 1983 und 1993.

Letztere beide Instrumentvariablen werden damit gerechtfertigt, dass diese Pläne basierend auf fixen Gebietseigenschaften und nicht in Orientierung an der wirtschaftlichen Entwicklung entwickelt wurden.

Gegenüber verschiedenen Schätzstrategien zeigen die Ergebnisse der Studie einen robusten signifikanten Einfluss der Verbesserung des Marktpotenzials durch Investitionen in die Straßeninfrastruktur auf die TFP im verarbeitenden Gewerbe. Eine Erhöhung des Marktpotenzials um 10 % bewirkt demnach eine Erhöhung der Produktivität des verarbeitenden Gewerbes um 0,2 bis 1,0 %.

Holl (2016) baut auf Holl (2012) auf, wobei statt dem Marktpotenzial die Erreichbarkeit der nächsten Autobahn als erklärende Variable für die TFP genutzt wird, was die Aussagekraft für die Praxis erhöht. Es werden wieder Daten zum Ausbau des spanischen Autobahnnetzes verwendet, diesmal im Zeitraum von 1997 bis 2007.

Wie in Holl (2012) wird ein zweistufiges Schätzverfahren (Two Stage Least Squares TSLS) mit Paneldaten auf Unternehmensebene und verschiedenen Instrumentvariablen angewandt, um die Produktionselastizitäten der Cobb-Douglas Produktionsfunktion zu schätzen. Im Unterschied zu

Holl (2012) wird die TFP nun von der Erreichbarkeit der nächsten Autobahn beeinflusst. Weiterhin sind nun in der Datengrundlage die genauen Unternehmensstandorte als Daten geografischer Informationssysteme (GIS-Daten) gegeben, sodass die Erreichbarkeit der nächsten Fernstraße genau und mit zusätzlichen GIS-Daten des Straßennetzes bestimmt wird.

Als Instrumentvariablen werden geografische, historische und geologische Daten verwendet. Neben den Posttrouten von 1760 werden nun auch historische römische Handelsstraßen verwendet, um das Endogenitätsproblem des Infrastrukturausbaus und der wirtschaftlichen Entwicklung zu berücksichtigen. Neu ist, dass nun auch Instrumentvariablen verwendet werden, um das Endogenitätsproblem zwischen Infrastrukturausbau und Dichte der ökonomischen Aktivität zu berücksichtigen, die Effekte des Infrastrukturausbaus von Agglomerationseffekten zu unterscheiden. Wie in Holl (2012) wird hierfür das Marktpotenzial von 1900 verwendet und zusätzlich ein geologisches Instrument, was die Distanz zum nächsten Grundwasser berücksichtigt und historische Siedlungsmuster bis heute beeinflusst hat.

Die Ergebnisse ergeben eine Elastizität der Produktivität in Bezug auf die Erreichbarkeit einer Autobahn in Höhe von 1,3 bis 1,7 %. Dank der oben beschriebenen Strategie lässt sich davon ausgehen, dass dieser Effekt unabhängig von Agglomerationseffekten ist. Es folgt eine weitere Analyse der Daten, in der zwischen Unternehmen in urbanen, suburbanen und ländlichen Regionen unterschieden wird.

Im Gegensatz zu städtischen und suburbanen Regionen lässt sich für das verarbeitende Gewerbe insgesamt in ländlichen Regionen kein Effekt der Nähe von Unternehmen zur nächsten Autobahn auf die TFP des Unternehmens feststellen. In einzelnen Wirtschaftszweigen des verarbeitenden Gewerbes mit geringen Wert-zu-Gewicht Verhältnissen und geringer Wertschöpfung pro Produktionseinheit lässt sich in ländlichen Regionen jedoch ein signifikanter positiver Effekt auf die TFP feststellen. Dies gilt etwa für die Textilindustrie, das Druckereiwesen und andere Produktions- und Recycling-Unternehmen. Für Produzenten von Büroausstattung lässt sich dagegen ein signifikanter negativer Effekt feststellen.

Holl (2016) betrachtet weiterhin die Standortwahl im verarbeitenden Gewerbe. Nur etwa 1 % der Unternehmen in ländlichen Regionen vollziehen im zehnjährigen Betrachtungszeitraum der Studie einen Standortwechsel in den Einzugsbereich der Autobahnen, weshalb die Auswirkungen der Standortwechsel auf die gesamtwirtschaftliche Entwicklung sehr gering sind. Die Ergebnisse zeigen, dass in ländlichen Regionen Standortwechsel aufgrund verbesserter Fernstraßeninfrastruktur über

größere Distanzen überwiegend von kleineren, etablierten Unternehmen und Unternehmen mit geringerer TFP durchgeführt wurden.

Martín-Barroso et al. (2015) untersuchen, wie sich eine Verbesserung der Erreichbarkeit von Gütern und eine Verbesserung der Erreichbarkeit von Arbeitskräften auf den Output im verarbeitenden Gewerbe in Spanien im Jahr 2009 auswirkt. Dabei wird ein Einfluss der Erreichbarkeit auf die TFP angenommen. Untersucht wird wie in Holl (2012) das gesamte Straßennetz anstatt nur des Fernstraßennetzes wie häufig in anderen Studien.

Das ökonometrische Modell wird mittels einer zweistufigen Regressionsanalyse untersucht. Dabei werden zunächst im Rahmen einer Cobb-Douglas Produktionsfunktion die Produktionselastizitäten der Inputfaktoren geschätzt und anschließend der Einfluss der Erreichbarkeitsmaße auf die TFP, wobei mehrere Kontrollvariablen berücksichtigt werden. Die Kontrollvariablen beinhalten Auslandsinvestitionen, die Fremdkapitalquote, Subventionen, das Unternehmensalter, anstehende Marktausscheidungen und das Qualifikationsniveau der Arbeitskräfte.

Zur Lösung des Endogenitätsproblems zwischen Erreichbarkeit und Produktivität werden Instrumentvariablen verwendet. Diese beinhalten

- topografische Eigenschaften von Kommunen,
- die Bevölkerungsdichte im Jahr 1900,
- die Erreichbarkeit von Abnehmermärkten im Jahr 1857 und
- das Straßennetz aus dem Jahr 1830.

Eine Verbesserung der Erreichbarkeit von Gütern um 10 % erhöht die TFP eines Unternehmens im verarbeitenden Gewerbe um etwa 1,4 bis 1,5 %. Eine Verbesserung der Erreichbarkeit von Arbeitskräften um 10 % erhöht die TFP um etwa 0,2 bis 0,6 %.

Abschließend weisen die Forschenden darauf hin, dass die Ergebnisse der Studie nicht darauf hindeuten, dass der Bau von Straßeninfrastruktur in jedem Fall positive Effekte mit sich bringt. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass mehr Wert daraufgelegt werden sollte, die Verbindungen zwischen Unternehmen untereinander, zwischen Unternehmen und Endkunden und zwischen Unternehmen und Arbeitskräften zu verbessern. Diese Ergebnisse können jedoch in Frage gestellt werden, da eine Korrelation der gewählten und anderer Erreichbarkeitsmaße, wie in Gibbons et al. (2019) dargestellt, nicht ausgeschlossen werden kann.

Der Bau neuer Straßeninfrastruktur ist jedoch allgemein umso wirksamer, je mehr die Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe davon profitieren. Weiterhin sollte den Forschenden

zufolge statt einer Optimierung der Infrastruktur eines bestimmten Territoriums der Fokus auf der Verbesserung des Netzwerks insgesamt liegen, da nur so gute Erreichbarkeiten gewährleistet werden können.

Montolio et al. (2009) untersuchen, wie sich die Investitionen in die Straßeninfrastruktur in Spanien im Zeitraum von 1984 bis 1994 im Rahmen eines Produktionsfunktionsansatzes auf die TFP in den einzelnen Provinzen auswirkt. Dabei wird angenommen, dass Regionen mit mehr registrierten Lkws stärker von den Investitionen beeinflusst werden. Die Anzahl registrierter Lkws dient dabei als Proxy-Variable für die Fahrzeugintensität der jeweiligen regionalen Wirtschaft. Weiterhin werden Staueffekte im Rahmen der Studie modelliert und berücksichtigt.

Zur Behandlung von Endogenitätsproblemen werden Instrumentvariablen verwendet. Für die internen Instrumentvariablen ergibt sich eine geringe Erklärungskraft. Als externe Instrumentvariablen werden zwei politische Instrumentvariablen verwendet. Demnach werden Investitionen in die Straßeninfrastruktur dann getätigt, wenn nur wenige Wähler über den Ausgang der Wahl entscheiden oder wenn die regierende Partei einen höheren Prozentsatz der Wählerstimmen erlangen konnte. Diese Instrumentvariablen lassen sich im Rahmen der Studie für die vorliegenden Daten als wirkungsvoll bestätigen.

Eine Erhöhung der Straßeninvestitionen um 10 % bewirkt eine Erhöhung der TFP um 2,5 %. Der Effekt hängt davon ab, wie intensiv die verschiedenen Industrien in der Region die Straßeninfrastruktur nutzen. Weiterhin haben Staueffekte einen negativen Einfluss auf die TFP.

Agrawal et al. (2017) beobachten zwar keine Änderungen der Produktivität von Unternehmen. Allerdings untersuchen sie genauer die Auswirkungen, die der Ausbau des Highway-Netzes auf Spillover-Effekte innerhalb von Regionen hat. Die Forschenden gehen von der Annahme aus, dass ein verbessertes überregionales Straßennetz den Wissensaustausch in der Region verstärkt. Dementsprechend kann ein verbessertes Straßennetz die Innovationstätigkeit einer Region positiv beeinflussen. Die Forschenden untersuchen daher in den USA im Zeitraum von 1983 bis 1988 auf Ebene von Metropolitan Statistical Areas (MSAs), wie sich die Länge des Highway-Netzes auf die Entwicklung von Innovationen auswirkt. Dabei unterscheidet sich dieser Effekt von Agglomerationseffekten, da keine dauerhaften Wohnortänderungen von Arbeitskräften eine Rolle spielen. In einer Aufteilung dieser Effekte kommen Agrawal et al. (2017) im Rahmen der Kalibrierung des aufgestellten Modells zu dem Ergebnis, dass etwa 20 % des Einflusses des Highway-Netzwerks auf die Arbeitsproduktivität auf Nicht-Agglomerationseffekte zurückzuführen sind.

Um die Innovationstätigkeit einer Region zu quantifizieren, werden die Patentanmeldungen in der jeweiligen Region als Indikator herangezogen. Hierbei gilt es, ein Endogenitätsproblem zu lösen, da die Ursächlichkeit für einen gleichzeitigen Anstieg von Infrastrukturkapital und Patentanmeldungen nicht eindeutig identifizierbar ist. Um dieses Problem zu lösen, wird der Ansatz von Duranton et al. (2012, siehe auch Kapitel 3.3.1) übernommen und es werden drei Instrumentvariablen aus historischen Infrastrukturdaten verwendet.

Agrawal et al. (2017) kommen zu dem Ergebnis, dass ein Ausbau des Highway-Netzes um 10 % in einem MSA einen Anstieg der Patentanmeldungen um 1,7 % in einem 5-Jahreszeitraum in diesem MSA bewirkt. Dabei ist der Effekt in sich schneller entwickelnden Technologiebereichen größer. Ebenso zeigt sich ein größerer Effekt, wenn sich in der jeweiligen Region herausragende Innovatoren befinden, die größere Ausstrahlungseffekte auf ihre Umgebung haben. Weiterhin ist der Effekt größer in weniger dicht besiedelten Gegenden, in denen sich die Innovatoren über ein größeres Gebiet verteilen. Eine weitere Erkenntnis der Studie ist, dass größere Unternehmen weniger stark von den Innovationseffekten beeinflusst werden, da größere Unternehmen oft stärker auf das innerhalb der Unternehmen vorhandene Wissen zurückgreifen.

Aufgrund des Alters der betrachteten Datensätze ergibt sich im Rahmen der Ergebnisse jedoch die Frage, ob digitale Infrastruktur als Komplement oder als Substitut für Verkehrsinfrastruktur dient. Mit weiteren Datensätzen zu den Jahren 1988-93, 1993-98 und 1998-2003 weisen Agrawal et al. (2017) nach, dass die Informationstechnologie in den untersuchten Daten sich in den betrachteten Zeiträumen nicht signifikant auf den festgestellten Effekt auswirkt.

3.1.2 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die vorgestellten Studien im Rahmen des endogenen Wachstumsmodells ohne interregionale Spillover-Effekte das endogene Wachstumsmodell bestätigen, indem sie in den meisten Fällen einen positiven Effekt der Investitionen in die Straßeninfrastruktur auf die TFP nachweisen. Auffällig ist jedoch, dass dieser Effekt nicht räumlich gleich verteilt ist und in ländlichen Regionen keine signifikanten Effekte auftreten (Holl 2016, Ghani 2016).

Weiterhin fällt auf, dass in Entwicklungsländern (Kolumbien, Indien) sehr starke Effekte auftreten, während sie in entwickelten Ländern (Spanien) moderater ausfallen. Zudem ist ein stärkerer Effekt in Schwerindustrien ersichtlich (Barzin et al. 2018, Holl 2012). Dies kann in der Praxis zur Bewertung von Fernstraßenprojekten berücksichtigt werden.

Ein weiterer Effekt des Fernstraßenbaus sind Standortwechsel von Unternehmen, wobei die daraus resultierenden gesamtwirtschaftlichen Effekte in entwickelten Ländern im Gegensatz zu Entwicklungsländern nicht ins Gewicht fallen (Ghani 2016, Holl 2016). In entwickelten Ländern können jedoch Standortwechsel von kleineren etablierten Unternehmen und Unternehmen mit geringerer Produktivität durch den Bau von Fernstraßen angeregt werden (Holl 2016), was in der Praxis berücksichtigt werden kann.

Weiterhin bleibt festzuhalten, dass die Erklärung der Auswirkungen der Fernstraßeninvestitionen durch Veränderungen der verschiedenen Erreichbarkeitsmaße geeignet scheinen, um die kausalen Zusammenhänge sinnvoll abzubilden. Für die Praxis bedeutet das, dass einerseits eine gute Erreichbarkeit des Zugangs zur Fernstraße gegeben sein sollte (Holl 2016) und andererseits nicht nur einzelne Fernstraßen, sondern das Gesamtnetz der (Fern-)Straßeninfrastruktur eine wichtige Rolle für eine effektive Auswirkung auf die Verbesserungen der Erreichbarkeit und damit der Produktivität spielen (Martín-Barroso et al. 2015).

Agrawal et al. (2017) weist weiterhin nach, dass Investitionen in das Fernstraßennetz die Wirkung von Spillover-Effekten in Bezug auf Innovationen verstärken können. Der Effekt ist stark in Industrien in sich schnell entwickelnden Technologiebereichen, bei Anwesenheit herausragender Innovatoren und in dünner besiedelten Regionen. Schwächer fällt der Effekt bei großen Unternehmen aus.

Die betrachteten Studien zur Produktivität beziehen sich bisher nur auf das verarbeitende Gewerbe. Studien zu Auswirkungen auf den tertiären Sektor fehlen bisher, sodass die Wirkungen auf die gesamtwirtschaftliche Entwicklung (einer Region) nicht umfänglich abgeschätzt werden können. Analog zu Martín-Barroso et al. (2015) könnte beispielsweise untersucht werden, wie sich die Erreichbarkeit von Arbeitskräften, aber auch von (potenziellen) Kunden, durch neue Fernstraßen auf die wirtschaftliche Entwicklung im Dienstleistungssektor auswirkt.

3.1.3 Studien mit interregionalen Spillover-Effekten

Boarnet (1998) untersucht in einem Regressionsmodell mit log-linearer Cobb Douglas Produktionsfunktion, wie sich im Untersuchungszeitraum von 1969 bis 1988 Investitionen in das Straßenkapital in Kalifornien in einer County auf den Produktionsoutput der Countys im Bundesstaat auswirken.

Die theoretischen Grundannahmen beruhen auf der endogenen Wachstumstheorie mit einer Produktionsfunktion, die neben den privaten Produktionsfaktoren auch das Straßenkapital als öffentlichen Produktionsfaktor im eigenen und in benachbarten Countys berücksichtigt. Die verkürzte Grundidee ist, dass in Countys mit besserer Ausstattung an Straßeninfrastruktur günstiger produziert werden kann, sodass Standortwechsel von Unternehmen in diese Countys zu erwarten sind.

Die Ergebnisse der Studie zeigen wie erwartet, dass der Output in der County, wo die Investition getätigt wirkt, steigt. Gleichzeitig sinkt jedoch der Output in anderen Countys mit ähnlicher Bevölkerungsdichte, ähnlichem Einkommen und ähnlichen Beschäftigungsanteilen im Finanz-, Versicherungs- und Immobiliensektor. Damit zeigen sich negative Ausstrahlungseffekte der Investitionen in die Straßeninfrastruktur auf umliegende Countys durch eine Umverteilung der Produktion. Die Gesamteffekte über alle Countys hinweg scheinen eher gering zu sein.

Holtz-Eakin et al. (1995) untersuchen im Zeitraum von 1975 bis 1986 in den USA, ob sich Investitionen in die Fernstraßeninfrastruktur eines Bundesstaats auf den Produktionsoutput benachbarter Bundesstaaten auswirken. Die Idee ist also dieselbe wie in Boarnet (1998), nur dass nun die Effekte zwischen Bundesstaaten statt zwischen Countys beobachtet werden.

Hierfür schätzen die Forschenden die loglineare Produktionsfunktion je Bundesstaat und berücksichtigen neben den Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital auch das Kapital an Fernstraßeninfrastruktur des eigenen Bundesstaates sowie das Fernstraßenkapital benachbarter Bundesstaaten und wiederum deren benachbarte Bundesstaaten usw. Weiterhin werden jahr- und bundesstaatsspezifische Produktivitätsunterschiede berücksichtigt.

Um das Endogenitätsproblem zwischen dem wachsenden Output eines Bundesstaats und der wachsenden Investitionen in das Fernstraßenkapital zu prüfen, wird eine vektorautoregressives Modell verwendet. Dieses liefert das Ergebnis, dass das Fernstraßenkapital nicht in erster Linie von der Produktivität beeinflusst wird, sondern die Kausalität wie angenommen in umgekehrter Richtung wirkt.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die eigene Fernstraßeninfrastruktur eines Bundesstaats den Output des Bundesstaats positiv beeinflusst. Allerdings hat die Fernstraßeninfrastruktur benachbarter Bundesstaaten keinen signifikanten Effekt auf den Output des Bundesstaats.

Cohen et al. (2004) untersuchen ebenfalls im Zeitraum von 1982 bis 1996 die Auswirkungen von Investitionen in den Kapitalstock an Highways auf das verarbeitende Gewerbe in den USA. Die Besonderheit des ökonometrischen Modells ist, dass es einen Index zur Bewertung der räumlichen

Ausstrahlungseffekte enthält und räumliche Autokorrelation berücksichtigt. Der Index zur Bewertung der räumlichen Ausstrahlungseffekte ist dabei der nach dem wertmäßigen Anteil der Exporte in einen Bundesstaat gewichtete Kapitalstock dieses Bundesstaats an Highway-Infrastruktur. Das Endogenitätsproblem wird mit internen Instrumentvariablen berücksichtigt und zwei konsistente Schätzungen mit einem Maximum-Likelihood-Schätzer und der GMM durchgeführt.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass positive räumliche Ausstrahlungseffekte und Skaleneffekte vorhanden sind, die jedoch regional variieren. Die Highway-Infrastruktur innerhalb der Bundesstaaten wirkt sich positiv auf die Produktionsfunktion des verarbeitenden Gewerbes aus. Dieser Effekt wird durch überbundesstaatliche Spillover-Effekte verstärkt. Je besser die Highway-Infrastruktur in benachbarten Bundesstaaten ist, desto größer ist also der positive Effekt der innerbundesstaatlichen Highway-Infrastruktur eines Bundesstaats. Diese Ergebnisse widersprechen den Ergebnissen von Holtz-Eakin et al. (1995). Cohen et al. (2004) vermuten, dass es bei Holtz-Eakin et al. (1995) wegen der Differenzbildung der Outputs der verschiedenen Untersuchungsjahre zu einer Überglättung der beobachteten Effekte kommt.

Die Forschenden machen weitere Feststellungen:

- In der kurzen Frist lässt sich zwar ein Substitutionseffekt zwischen der öffentlichen Investition und privaten Investitionen feststellen, allerdings zeigt sich, dass die räumlichen Ausstrahlungseffekte und Skaleneffekte der Fernstraßeninfrastruktur mit der Zeit zunehmen.
- Der wesentliche Effekt der Investitionen wirkt über dauerhafte Kostensenkungen in der Materialbeschaffung des verarbeitenden Gewerbes, die private Investitionen und Beschäftigungszuwächse stimulieren können und somit längerfristiges Wachstum ermöglichen.

Regionale Variationen der Ergebnisse bringen weitere Erkenntnisse:

- Für den großen dicht besiedelten Bundesstaat wie Kalifornien sind etwa die Effekte der innerbundesstaatlichen Highways wesentlich größer als die Effekte der überbundesstaatlichen Highways.
- Für dünner besiedelte Bundesstaaten fallen die Effekte der überbundesstaatlichen und auch der innerbundesstaatlichen Highway-Infrastruktur verhältnismäßig stark aus.

Pereira et al. (2004, 2012b) kommen zu ähnlichen Ergebnissen. In einem Zeitraum von 1977 bis 1999 untersuchen sie ebenfalls wie sich die Investitionen in Fernstraßenkapital auf den Output der

Bundesstaaten auswirken. Pereira et al. (2011, 2012a) untersuchen den gleichen Effekt für die portugiesischen NUTS-2-Regionen im Zeitraum von 1980 bis 1998. Die Forschenden verwenden wie auch in allen vier vorgestellten Studien der Forschenden ein vektorautoregressives Modell zur Berücksichtigung des Endogenitätsproblems und dynamischer Rückkopplungen. Dabei werden für 48 Bundesstaaten und für das gesamte Land Output, Beschäftigung, private Investitionen und öffentliche Investitionen in Highways miteinander in Verbindung gesetzt.

Weiterhin werden politische Überlegungen für Investitionsentscheidungen in Abhängigkeit vom Output in den jeweiligen Bundesstaaten im Vorjahr berücksichtigt. Für Portugal lässt sich dieser Effekt nicht feststellen, was vermutlich mit den Europäischen Förderprogrammen für den Fernstraßenbau zusammenhängt (Pereira et al. 2011).

Nach den Ergebnissen von Pereira et al. (2004, 2012b) werden nur 20 % der Effekte auf den Output eines Bundesstaats durch Investitionen in Highways demnach durch die Investitionen dieses Bundesstaats erklärt. 80 % der Effekte entstehen durch Investitionen anderer Bundesstaaten in Highways. Für Portugal beträgt das Verhältnis etwa 25 zu 75 und ist damit etwas weniger stark ausgeprägt (Pereira et al. 2012a).

Nach Pereira et al. (2012b) sind die Ausstrahlungseffekte vor allem in den westlichen Bundesstaaten und in Staaten entlang des Korridors von den Great Lakes zur Golfküste und in etwas geringerem Ausmaß entlang der Ostküste bedeutend. Als Grund hierfür vermuten die Forschenden stärker ausgeprägte wirtschaftliche Verflechtungen zwischen diesen Staaten und damit eine höhere Abhängigkeit vom überregionalen Fernstraßennetz.

Für die Aufteilung der Ausstrahlungseffekte über die portugiesischen Regionen fallen weitere Besonderheiten auf (Pereira et al. 2011, 2012a). Obwohl keine Investitionen direkt in der Landeshauptstadt Lissabon getätigt werden, profitiert diese durch Ausstrahlungseffekte am stärksten. Die am dünnsten besiedelte Region Alentejo profitiert weniger stark von Ausstrahlungseffekten. Investitionen, die in dieser Region selbst getätigt werden, scheinen sich sogar negativ auf private Investitionen, Beschäftigung und Output in dieser Region auszuwirken.

Pereira et al. (2011) merken in einer kritischen Bewertung der Ergebnisse der Studie an, dass sich die festgestellten starken Effekte auf eine Zeit beziehen, in der die Dichte des Straßennetzes noch eher gering war und dementsprechend aufgrund abnehmender Grenzerträge größer ausfallen als bei möglichen weiteren Investitionen. Fraglich ist auch, ob die Investition in Straßen unter allen anderen alternativen Investitionsmöglichkeiten am effektivsten ist. Offen bleibt nach Pereira et al.

(2012b) auch, wie und in welchem Umfang sich die Ausstrahlungseffekte der Investitionen eines Bundesstaates auf andere Bundesstaaten auswirken und welche Mechanismen dem zugrunde liegen. Als Erklärung für abweichende Ergebnisse von den Studien von Holtz-Eakin et al. (1995) und Boarnet (1998) nennen Pereira et al. (2012b) eine mögliche Überlegenheit des vektorautoregressiven Modells, da dieses auch dynamische Rückkopplungseffekte berücksichtigt. Weiterhin könnte, wie bereits zur Studie von Cohen et al. (2004) erläutert, der größere Betrachtungsmaßstab gegenüber Boarnet (1998) eine Ursache für unterschiedliche Ergebnisse sein, da sich negative kleinräumigere Ausstrahlungseffekte bei größerem Betrachtungsraum kompensieren.

Crescenzi et al. (2012) untersuchen den Effekt der Fernstraßeninfrastruktur in der EU auf das regionale Wirtschaftswachstum (Wachstumsrate des BIP) mit der Besonderheit, dass sie neben der Ausstattung mit Fernstraßeninfrastruktur in Kilometern auch weitere wichtige erklärende Variablen für regionales Wirtschaftswachstum hinzuziehen. Diese beinhalten die Ausgaben für Forschung und Entwicklung, das Bildungsniveau und Migration in der Zielregion sowie Ausgaben für Forschung und Entwicklung und Infrastrukturausstattung in benachbarten Regionen.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Infrastrukturausstattung einer Region wie auch die Infrastrukturausstattung der Nachbarregion nur unter gewissen Bedingungen einen Einfluss auf das regionale Wirtschaftswachstum haben kann, etwa dann, wenn Engpässe beseitigt werden. Ansonsten haben sozioökonomische Bedingungen, ein hohes Innovationspotenzial in der eigenen und der benachbarten Region und die Anziehungskraft einer Region für Migranten einen bedeutend höheren positiven Einfluss auf das regionale Wirtschaftswachstum.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass der keynesianische Einfluss der Bauphase auf das Wirtschaftswachstum nicht berücksichtigt wird. Der Effekt der Änderung der räumlichen Wirtschaftsstruktur durch den Ausbau der Infrastruktur wird nur ex post, also nach Fertigstellung der Infrastruktur, betrachtet. Weiterhin werden Effekte, die erst nach einer längeren zeitlichen Verzögerung auftreten, nicht berücksichtigt.

3.1.4 Zusammenfassung

Aus den vorgestellten Studien lässt sich ein erstes Bild über die räumlichen Interdependenzen von Fernstraßeninvestitionen in verschiedenen Regionen ableiten. Auf lokaler Ebene der Countys (vergleichbar mit Landkreisen) lassen sich starke Umverteilungseffekte der wirtschaftlichen

Aktivität in die Regionen, durch die die Fernstraße läuft, feststellen (Boarnet 1998). Auf der Ebene von Bundesstaaten, aber auch auf der Ebene von NUTS-2-Regionen in Portugal (vergleichbar mit Regierungsbezirken in Deutschland) lassen sich dagegen große positive Spillover-Effekte feststellen (Cohen et al. 2004, Pereira et al. 2004, 2011, 2012a,b). Deren Auswirkungen machen 75 bis 80 % der beobachteten Effekte aus (Pereira et al. 2004, 2012a,b). Vermutlich aufgrund methodischer Schwächen werden diese Spillover-Effekte in Holtz-Eakin et al. (1995) nicht festgestellt.

Unklarheit verbleibt darüber, wie stark sich die Effekte auf verschiedene Regionstypen auswirken. Cohen et al. (2004) stellt einen stärkeren positiven Effekt für dünner besiedelte Bundesstaaten fest, während Pereira et al. (2011,2012a) in der am dünnsten besiedelten Region in Portugal leicht negative Spillover-Effekte feststellen. Die Ursache hierfür könnte wiederum in den flächenmäßigen Größenunterschieden der betrachteten Regionstypen liegen. Demnach wäre zum Beispiel denkbar, dass bei kleineren Distanzen schneller Kern-Peripherie-Muster gemäß der NÖG (siehe Kapitel 3.4) auftreten. Weiterhin hängen die Größe und Art der auftretenden Effekte vermutlich auch von den wirtschaftlichen Verflechtungen zwischen den Regionen ab (Pereira et al. 2012b).

In Bezug auf die Wirkungsmechanismen der Effekte scheint es plausibel, anzunehmen, dass durch die Investitionen in Fernstraßen die Materialbeschaffungskosten gesenkt werden und die eingesparten Kosten für Investitionen in das private Kapital genutzt werden können, um das Wachstum anzuregen (Cohen et al. 2004).

Wichtige Erkenntnisse ergeben sich zuletzt auch aus der Studie von Creszensi et al. (2012). Danach stellen Investitionen in verbesserte Bildung sowie Forschung und Entwicklung als auch in eine Erhöhung der Anziehungskraft einer Region für Migranten zumindest mittelfristig eine effizientere Politik zur regionalen Wirtschaftsförderung dar, sofern keine infrastrukturellen Engpässe zu beseitigen sind. Über die langfristige relative Vorteilhaftigkeit der Investitionsalternativen besteht allerdings weiterhin Unklarheit.

3.2 Neoklassische Handelstheorie

Die grundlegende Beziehung zwischen Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur und der Handelstheorie macht Knop (1984, zitiert nach Zierer 2015, S. 34) deutlich. Handel hängt demnach einerseits vom Produktionsvorteil und den zu realisierenden Skalenerträgen ab. Andererseits hängen die Handelsbeziehungen jedoch auch stark von Handelshemmnissen, wie etwa den Transportkosten ab, die durch Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur gesenkt werden können. Für eine detaillierte Ausführung über die Bedeutung von

Verkehrsinfrastrukturinvestitionen im Rahmen der neoklassischen Handelstheorien sei auf Zierer (2015, S. 30 ff.) verwiesen.

3.2.1 Marktpotenzialansatz nach Donaldson und Hornbeck

Donaldson et al. (2016) messen die Änderungen des Marktpotenzials einer County durch den historischen Aufbau des Eisenbahnnetzes in den USA als Indikator für die Veränderungen der Handelskosten zwischen Countys. Auf diesem Ansatz bauen mehrere Studien in Bezug zu Fernstraßennetzen und deren regionaler Wirkung auf.

Jaworski et al. (2019) untersuchen, wie sich der Aufbau eines Fernstraßennetzes in den wirtschaftsschwachen Appalachen, einem großen Mittelgebirge im Osten der USA, das sich über mehrere Bundesstaaten erstreckt, auf die wirtschaftliche Entwicklung der Region ausgewirkt hat. Auch sie stellen ihre Beobachtungen in den Kontext der Auswirkungen des erhöhten Marktpotenzials auf das Einkommen auf der Ebene von Countys.

Die Forschenden entwickeln ein ökonometrisches Modell für die Abbildung des interregionalen Handels und beobachten, wie sich eine Verbesserung des Marktzugangs durch den Aufbau des Appalachian Development Highway Systems (ADHS) auf das Gesamteinkommen der Region auswirkt. Die Berücksichtigung von spezifischen Effekten von Countys und für verschiedene Jahre werden über feste Effekte berücksichtigt. Weiterhin werden Vorkommen natürlicher Ressourcen, sektorale Beschäftigungsunterschiede, Kohlebergbaugebiete und die historische Beschäftigung in verschiedenen Wirtschaftszweigen berücksichtigt. Außerdem wird eine IV-Schätzung mit der Reisezeit zu Countys in anderen Bundesstaaten durchgeführt. Diese zeigt, dass auch im ADHS Fernstraßenprojekt der Aufbau des Straßennetzes sich nach Regionen mit hohem Einkommen oder hohem Wachstumspotential gerichtet hat.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass eine Erhöhung des Marktpotenzials um 1 % eine Erhöhung des Einkommens um 1,0 bis 1,5 % bewirkt. Ohne Berücksichtigung von (möglicherweise endogenen) Marktgrößen und Countys im gleichen Bundesstaat beträgt der Effekt nur etwa 0,6 bis 0,7 %. Ohne den Aufbau des ADHS würde das Nationaleinkommen um 0,4 % geringer ausfallen. Daneben würde auch die Bevölkerungszahl in der Region geringer ausfallen. Etwa die Hälfte des zusätzlichen Einkommens verteilt sich auf Countys außerhalb des Projektgebiets. Der Aufbau des ADHS gleicht 11 % des Rückgangs des Anteils der Appalachen am Nationaleinkommen innerhalb von fünf Jahrzehnten aus. Herausragende Trendwenden in der wirtschaftlichen Entwicklung der Region konnten jedoch nicht erzielt werden.

Weiterhin führen die Forschenden Schätzungen für verschiedene alternative Pläne für Fernstraßennetze in der Region durch, die zur Diskussion standen oder stehen. Erwähnenswert ist hierbei das Delta Development Highway System (DDHS), welches neue Verbindungen innerhalb des Südwestens der Region und zwischen den relativ wirtschaftsschwächeren Gegenden im Südwesten und dem unteren mittleren Westen der Region vorsieht. Das ADHS dagegen verbindet die Appalachen mit den wirtschaftsstarken Regionen an der Ostküste der USA. Ein Ersatz des ADHS durch das DDHS würde das Nationaleinkommen um 0,19 % senken. Das liefert Anhaltspunkte dafür, dass eine Verbindung der wirtschaftsschwachen Regionen mit wirtschaftsstarken Regionen eine sinnvollere Maßnahme sein kann als eine Verbesserung der Verbindungen innerhalb der wirtschaftsschwächeren Regionen.

Ein weiteres interessantes alternatives Fernstraßenprojekt ist der Ausbau des Interstate Highway Systems, welches den Fokus mehr auf die Verbindung der einzelnen Bundesstaaten auf nationaler Ebene als auf ein regionales Fernstraßennetz legt. Die Ergebnisse eines Ersatzes des ADHS durch verschiedene einzelne Interstate Highways fallen unterschiedlich aus. Insgesamt ergeben sich große Verluste, die allerdings in einem der Beispiele durch einen einzigen Interstate Highway zu etwa zwei Drittel ausgeglichen werden können. Dies zeigt, dass große Hauptverkehrsadern zwischen wichtigen Städten und Grenzübergängen große Vorteile bieten können, auch im Vergleich zu kostspieligen großen Fernstraßennetzen mit ebenfalls wirksamen, aber im Verhältnis zum Mitteleinsatz moderaten Effekten.

Volpe Martincus et al. (2017) untersuchen in Peru zwischen 2003 und 2010, wie sich die Verkürzung von Reisedistanzen von einem Unternehmen zum nächsten hauptsächlich von einem Unternehmen für Exporte genutzten Hafen (Flughafen oder Seehafen) oder Grenzübergang auf den Wert der Exporte eines Unternehmens auswirkt. Damit beschränken die Forschenden die Untersuchung implizit auf die Auswirkungen des internationalen Marktpotenzials. Weiterhin wird der induzierte Beschäftigungszuwachs geschätzt.

Die ökonometrische Methode beinhaltet einen Differenzen-von-Differenzen-Ansatz mit festen Effekten. Die festen Effekte kontrollieren für Unterschiede zwischen Unternehmen, Regionen, Produkten, Zielländern und Jahren. Weiterhin wird ein historisches Straßennetz der Inka vor dem Jahr 1530 verwendet, um das Endogenitätsproblem zu berücksichtigen. Im Rahmen der Studie wurden nur Exporte von differenzierten Produkten berücksichtigt, da diese – im Gegensatz zu Primärgütern – hauptsächlich im Straßengüterverkehr transportiert werden. Die Ergebnisse werden mittels verschiedener Versuche und Placebo-Tests auf Robustheit untersucht.

Eine Verringerung der Transportdistanz zum nächsten hauptsächlich genutzten Hafen (Flughafen, Seehafen oder Landesgrenze) um 10 % erhöht den Gesamtwert der Exporte um etwa 12 % im 7-Jahres-Zeitraum. Der Anstieg des Gesamtwerts der Exporte lässt sich mit gestiegenen Exportvolumina und größeren Ladungsmengen erklären. Ein Anstieg der Exporte um 10 % durch die Verbesserung der Straßeninfrastruktur erhöht weiterhin die Wachstumsrate der Beschäftigung um 3 %. Die Effekte lassen sich nicht durch neue Unternehmensgründungen erklären.

3.2.2 Empirische Anwendung des Heckscher-Ohlin-Modells

Im Sinne von Knop (1984, zitiert nach Zierer 2015, S. 34) untersucht Michaels (2008), wie sich im Rahmen des Aufbaus des National Interstate Highway Netzwerks in den USA von 1959 bis 1975 der Bau von Highways durch ländliche Countys auf Handelsaktivitäten auswirkt. Ziel der Studie ist es, mithilfe der exogenen Variation von Handelshemmnissen durch den Aufbau des Fernstraßennetzwerks die Auswirkungen von Handelsaktivitäten auf die Nachfrage nach qualifizierten Arbeitskräften zu untersuchen.

Der empirischen Untersuchung liegen Annahmen des Heckscher-Ohlin-Modells zugrunde. Dabei geht der Autor von den beiden Produktionsfaktoren „Arbeitskräfte mit hohem Bildungsniveau“ und „Arbeitskräfte mit niedrigem Bildungsniveau“ aus, die er im Rahmen der Studie an der Zahl der High-School-Abschlüsse misst. Der Bau des Highway-Netzes wird als Öffnung der mehr oder weniger geschlossenen Wirtschaftseinheiten (Countys) interpretiert. Nach dem Heckscher-Ohlin-Modell führt die Öffnung einer Volkswirtschaft für den Handel zu einer Spezialisierung in der Herstellung der Güter, die den relativ in höherer Menge vorhandenen Inputfaktor stärker benötigen. Demnach ist zu erwarten, dass der Bau der Highways zu einer Erhöhung der Nachfrage nach Arbeitskräften mit hohem Bildungsniveau in Countys, in denen bereits viele Arbeitskräfte mit hohem Bildungsniveau vorhanden sind, führt. Die Nachfrage nach Arbeitskräften mit hohem Bildungsniveau sinkt dann in anderen Countys. Mit der steigenden bzw. fallenden Nachfrage nach Arbeitskräften mit hohem Bildungsniveau steigen bzw. fallen dann auch die relativen Löhne der Arbeitskräfte mit hohem Bildungsniveau.

Der Bau von Highways durch ländliche Countys wird als zunächst exogen angenommen, da das Fernstraßennetz primär der Verbindung von Metropolregionen, militärischen Zwecken und der Verbindung zu Nachbarländern dienen sollte. Da der ursprüngliche Plan des Fernstraßennetzes jedoch von politischen Akteuren angepasst wurde, kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Countys im ländlichen Bereich, durch die Highways führen, anhand ökonomischer oder

demografischer Bedingungen ausgewählt wurden. Deshalb wird der ursprüngliche Plan des Fernstraßennetzes, der nur den ursprünglichen Zwecken dienen sollte, als Instrumentvariable gewählt. Weiterhin wurde ein weiteres Instrument gewählt, welches auf der Tatsache beruht, dass das Fernstraßennetz nach einem Raster-Muster angelegt wurde und es demnach wahrscheinlicher ist, dass ein Highway durch eine County verläuft, der nördlich, südlich, östlich oder westlich von einer Metropolregion liegt. Dieses zweite Instrument liefert jedoch in den meisten Fällen keine präzisen Ergebnisse.

Da auf County-Ebene keine Daten über Handelsaktivitäten vorliegen, untersucht der Autor stattdessen die Auswirkungen auf die handelsbezogenen Aktivitäten Logistik (Straßentransportunternehmen und Lagerlogistik) und Einzelhandel.

Eine ländliche County, durch den im Rahmen des Aufbaus des Interstate Highway Netzwerks in den USA ein Interstate Highway geführt wurde, hat einen Zuwachs des Umsatzes in der Logistik und im Einzelhandel um 7 bis 10 % erfahren. Wenn diese Countys über Arbeitskräfte mit hohem Bildungsniveau verfügten, stiegen die Lohnkosten für Nicht-Produktionsmitarbeiter. Wo die Arbeitskräfte über ein geringeres Bildungsniveau verfügten, sanken die relativen Lohnkosten für Nicht-Produktionsmitarbeiter. Eine Erhöhung des Anteils des Handels am BIP um 1 % erhöht den das Verhältnis der Lohnkosten von Nicht-Produktionsmitarbeitern zu den Lohnkosten von Produktionsmitarbeitern um 1 %, wenn das Bildungsniveau eine Standardabweichung über dem Durchschnitt liegt. Die Ergebnisse entsprechen den Implikationen des Heckscher-Ohlin-Modells.

Entgegen der Erwartungen des Heckscher-Ohlin-Modells fand jedoch keine Verlagerung der Beschäftigung von wissensintensiven Industrien in weniger wissensintensive Industrien oder umgekehrt statt. Der Autor erklärt das damit, dass die theoretischen Annahmen im Rahmen der Studie unvollständig sein könnten. In diesem Sinne könnten Begrenzungen der industrieübergreifenden Arbeitsmobilität existieren oder Countys schon vor Bau der Highways spezialisiert gewesen sein. Alternativ könnte die Schätzstrategie nicht hinreichend präzise sein. Demnach könnten Änderungen in der Arbeitsnachfrage auf einer kleineren Ebene der Industrieinteilung oder sogar innerhalb von Produktklassen stattfinden.

Infolge des Aufbaus des Fernstraßennetzes fand weiterhin keine signifikante Erhöhung des Personenverkehrs und der Pendlerbewegungen in betroffenen Countys gegenüber nicht-betroffenen Countys statt.

3.2.3 Zusammenfassung

Jaworski et al. (2019) und Volpe Martincus et al. (2017) zeigen in ihren Studien, dass sich eine Verbesserung der Erreichbarkeiten durch den Bau von Fernstraßen und damit eine Erhöhung des Marktpotenzials positiv auf das Einkommen beziehungsweise die Exporte auswirken. Neben einem Effekt auf das Einkommen stellen Jaworski et al. (2019) auch einen Effekt auf die Bevölkerungszahl fest. Zudem verteilt sich die Hälfte der Effekte auf Countys außerhalb des Projektgebiets. Herausragende Trendwenden in der wirtschaftlichen Entwicklung konnten auch durch das groß angelegte Fernstraßenprojekt nicht erzielt werden und ein einzelner Interstate Highway kann zwei Drittel des Effekts eines ganzen regionalen Fernstraßennetzes ersetzen. Verbindungen von wirtschaftsschwachen mit wirtschaftsstarken Regionen könnten einen stärkeren Effekt auf die wirtschaftliche Entwicklung haben. Volpe Martincus et al. (2017) zeigen, dass verbesserte Anbindungen an Häfen und Landesgrenzen sich positiv auf das Exportvolumen auswirken können.

In Bezug auf den Fernstraßenbau wurde unter den konkreten Modellen der neoklassischen Handelstheorie bisher nur das Heckscher-Ohlin-Modell empirisch untersucht. Demnach lässt sich nach Michaels (2008) eine Spezialisierung der Countys in Hinblick auf die Verwendung von Arbeitskräften mit hohem oder niedrigem Bildungsniveau feststellen, je nachdem welcher Produktionsfaktor in den Countys in relativ größerer Zahl vorhanden ist. Allerdings lässt sich nicht wie erwartet eine Spezialisierung in mehr oder weniger wissensintensiven Industrien feststellen.

In Bezug auf die Anwendbarkeit der Ergebnisse bleibt anzumerken, dass der Bau der ersten Highways womöglich gerechtfertigt als Öffnung der Regionen für Handelsaktivitäten angenommen werden kann. Für eine Verdichtung eines bereits bestehenden Netzes scheint es jedoch fragwürdig, dieselbe Annahme zu treffen, sodass eine Übertragbarkeit der Ergebnisse in den Fällen entwickelter Länder mit bereits hinreichend gut ausgebauten Verkehrsnetzen wohl problematisch ist.

3.3 Stadtökonomie

Das Modell der monozentrischen Stadt als Grundmodell der Stadtökonomie geht auf Alonso (1964), Mills (1967) und Muth (1969) zurück. Demnach sind die Arbeitsplätze im Stadtkern (Central Business District CBD) konzentriert, sodass Unternehmen von Agglomerationseffekten profitieren können. Die Arbeitnehmer zahlen vom CBD ausgehend mit der Distanz steigende Pendelkosten. Im Gleichgewicht passt sich die Landrente so an, dass Beschäftigte hinsichtlich der Wohnortwahl indifferent sind. Die Landrente fällt also mit der Distanz vom CBD.

Die Rolle von Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur ist, dass sie die Pendelkosten senken und dementsprechend vom CBD weiter entfernte Wohnorte attraktiv werden (Zierer 2015, S.43).

Weiterhin spielen Agglomerationseffekte eine wichtige Rolle für die Erklärung der Entstehung und das Wachstum von Städten. Durch das gemeinsame Teilen von Inputgütern und des städtischen Arbeitsmarkts sowie Wissens-Spillover entstehen Urbanisierungseffekte (Effekte über Wirtschaftssektoren hinweg) und Lokalisierungseffekte (Effekte innerhalb der Wirtschaftssektoren). Die Beobachtung geht zurück auf Marshall (1890) und wurde von mehreren Ökonomen aufgegriffen und bestätigt (insbesondere Arrow 1962, Romer 1986, Glaeser et al. 1992).

3.3.1 Empirische Anwendungen des monozentrischen Stadtmodells

Duranton et al. (2012) nutzt das monozentrische Stadtmodell, um die Auswirkungen des Ausbaus des Fernstraßennetzes auf die Beschäftigung im Zeitraum von 1983 bis 2003 auf Ebene einzelner MSAs zu untersuchen. Das Regressionsmodell unterstellt eine Verbindung zwischen dem Beschäftigungszuwachs, dem anfänglichen Beschäftigungsniveau und dem Angebot an Verkehrsinfrastruktur eines MSA. Die ökonomische Grundannahme des Modells ist der monozentrische Ansatz der Stadtökonomie, nach dem die Arbeitsplätze im CBD konzentriert sind. Demnach vergrößert der Bau von Fernstraßen das Einzugsgebiet einer Stadt für Arbeitskräfte aus dem Umland. Eine Besonderheit im vorgestellten Ansatz ist, dass neben dem Pendeln auch andere Gründe wie allgemeine Annehmlichkeiten (engl. „amenities“) von Städten berücksichtigt werden.

Weiterhin wird eine entgegengesetzte Abhängigkeit des Angebots an Verkehrsinfrastruktur von den vergangenen Beschäftigungsniveaus, der anfänglichen Ausstattung an Verkehrsinfrastruktur und der geografischen Bedingungen für den Straßenbau angenommen. Um dieses Endogenitätsproblem der Bereitstellung der Infrastruktur zu lösen, wird eine IV-Schätzung verwendet, die auf den Highways-Ausbauplan von 1947, eine Karte des Eisenbahnnetzes von 1898 und eine Karte der frühen Siedlungsbewegungen in den USA zurückgreift.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass ein Zuwachs der Länge des Fernstraßennetzes eines MSA um 10 % die Beschäftigung des MSA um 1 bis 5 % im 20-Jahres-Zeitraum erhöht. Weiterhin testen die Forschenden anhand ihres Modells, wie sich verschiedene Ausbaupolitiken zur räumlichen Verteilung des Ausbaubudgets auswirken. Dabei wird angenommen, dass der Straßenausbau im Gegensatz zum Status Quo unmittelbar erfolgt. Die Ausbaupolitiken unterscheiden dabei zwischen einer Zuteilung basierend auf dem bestehenden Straßenbestand, einer Zuteilung basierend auf dem anfänglichen Beschäftigungsniveau und einer Zuteilung zu MSAs mit einer relativ geringeren

Straßendichte je Beschäftigtem. Unabhängig von der Ausbaupolitik ergeben sich bei gleichbleibendem Investitionsvolumen weiterhin nur geringe Beschäftigungszuwächse und ein negativer Kapitalwert, wobei die letzteren beiden Politiken teurer sind.

Weitere Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Auswirkungen auf die Bodenpreise und Reisekosten sehr klein sind. Eine weitere grobe Schätzung innerhalb der Studie ergibt bei einer Erweiterung des Eisenbahnnetzes eines MSA von 1898 um 10 % einen Bevölkerungszuwachs des MSA um weitere 3 % im 80-Jahres-Zeitraum.

Möller et al. (2018) nimmt Bezug auf die Studie von Durantón et al. (2012) und wendet die gleiche Methode mit verschiedenen Schätzstrategien und Robustheitstests für das Autobahnnetz in Westdeutschland an. Hierfür verwenden die Forschenden die Arbeitsmarktregionen als Äquivalent für die MSA in den USA.

Im Rahmen der Modellspezifikation kommen die Forschenden zu dem Ergebnis, dass die Änderung der Autobahnkilometer eine bessere Erklärungskraft für Beschäftigungseffekte hat als das anfängliche Niveau der Länge des Autobahnnetzes. Die Ergebnisse sind robust gegenüber verschiedenen Schätzstrategien (TSLS, GMM, Limited Maximum Likelihood) und einer alternativen, kleineren regionalen Bezugsgröße der Landkreise (NUTS-3-Regionen). Auch die analoge Anwendung des „Inconsequential Units Approach“ nach Chandra et al. (2000, siehe Kapitel 3.5.2.1), liefert ähnliche Ergebnisse. Kontrollvariablen berücksichtigen historische Bevölkerungsdaten, die Fläche der Regionen, das Bildungsniveau, länderspezifische Besonderheiten und eine Regionsklassifizierung des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR).

Weiterhin wurde eine IV-Schätzung mit einer historischen Karte des Eisenbahnnetzes von 1890 und einem Plan des Autobahnnetzes von 1937 durchgeführt. Für den Aufbau des Eisenbahnnetzes spielten den Forschenden zufolge das Föderalismusprinzip sowie strategische ökonomische und militärische Überlegungen eine Rolle. Erst nachdem im 19. Jahrhundert Zollfreiheit für Handel zwischen den deutschen Kleinstaaten eingeführt wurde, wurden Städte und Metropolregionen so direkt wie möglich verbunden, um den überregionalen Handel zu unterstützen. Die Bevölkerungsentwicklung oder Einkommensentwicklung der modernen Städte standen dabei im Hintergrund. Ebenso konnte kein Bezug auf die wirtschaftliche Entwicklung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts genommen werden.

Der Plan des Autobahnnetzes war ebenfalls von den damaligen ökonomischen Bedürfnissen und militärischen Überlegungen der Vorkriegszeit geprägt, die sich von der ökonomischen Entwicklung der Nachkriegszeit deutlich genug unterscheiden sollte.

Zur Validierung der Ergebnisse wird im Rahmen des Inconsequential Units Approachs angelehnt an Chandra et al. (2000) angenommen, dass der Verlauf der Autobahnen zwischen den Städten und Metropolregionen unabhängig von der wirtschaftlichen Entwicklung bestimmt wurde. Dementsprechend werden in einer weiteren Schätzung Metropolregionen entfernt. Die Ergebnisse sind vergleichbar zu den vorigen Schätzungen.

In einer weiteren Schätzung werden getrennte Schätzungen für die neun verschiedenen Regionstypen nach Klassifizierung des BBSR für Landkreise durchgeführt. Für den am dünnsten und am dichtesten Regionstyp, also dicht besiedelte Kernstädte von Metropolregionen und dünn besiedelte Landkreise, lassen sich keine signifikanten Effekte auf die Beschäftigung feststellen. Für alle anderen Regionstypen lassen sich signifikante Effekte in ähnlicher Größenordnung feststellen. Dies beinhaltet sowohl mehr und weniger dicht besiedelte Landkreise in urbanen Agglomerationsräumen als auch kleinere Kernstädte und ihre umgebenden Landkreise sowie ländliche Landkreise mit höherer Bevölkerungsdichte abseits urbanisierter Regionsstrukturen.

In der Möller et al. (2018) zugrundeliegenden Dissertation wird die Arbeit auch auf ostdeutsche Landkreise angewandt (Zierer 2015, S. 120). Die Ergebnisse zeigen, dass die Effekte in Ostdeutschland stärker ausfallen, was auf das dünnere Autobahnnetz (abnehmender Grenznutzen mit zunehmender Dichte des Autobahnnetzes, siehe auch Faber 1999) und den „defizitäre[n] Bestand des Verkehrssystems“ (Zierer 2015, S. 120) zurückgeführt wird.

Die Forschenden kommen zu dem Ergebnis, dass die Erhöhung der Autobahnlänge um eine Standardabweichung (1,64 % für Arbeitsmarktregionen) zwischen 1937 und 1994 zu einem regionalen Beschäftigungswachstum um 2,7 bis 3,4 % und einen regionalen Lohnanstieg um 3,0 bis 3,7 % von 1994 bis 2008 führt. Der primäre Wirkmechanismus läuft den Ergebnissen zufolge über die Erhöhung der Beschäftigung.

Die Forschenden nennen mehrere Gründe für den schwächer ausfallenden Effekt gegenüber den Ergebnissen von Duranton et al. (2012), die in den Unterschieden zwischen den beiden Ländern begründet sind:

- Geringere Distanzen zwischen Großstädten und die polyzentrische, verknüpfte Raumstruktur in Deutschland lassen den Effekt der Erweiterung des Marktpotenzials geringer ausfallen, während der Wettbewerbsdruck erhöht wird.
- Größere Spillover-Effekte aufgrund geringerer Distanzen zwischen den Regionen könnten zu einer Unterschätzung der Effekte führen.

-
- Die höhere Bedeutung des öffentlichen Personenverkehrs verringert die Relevanz des Individualverkehrs.

Für die Bedeutung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen im polyzentrischen Stadtmodell wurden keine relevanten empirischen Studien zur Fragestellung dieser Arbeit gefunden. Für theoretische Überlegungen hierzu sei an dieser Stelle an Zierer (2015, S. 44 ff.) verwiesen.

3.3.2 Zusammenfassung

Duranton et al. (2012) und Möller et al. (2018) bestätigen die Wirksamkeit von Fernstraßeninvestitionen auf die Beschäftigung im Rahmen des monozentrischen stadtökonomischen Modells. Demnach ermöglichen es die Fernstraßen, den Einzugsbereich von Städten für Arbeitskräfte zu erhöhen. Nach Möller et al. (2018) gilt dieser Effekt auch für ländliche Regionen mit einer gewissen Minstdichte.

Die Berechnungen von Duranton et al. (2012) zeigen jedoch, dass die Beschäftigungseffekte die hohen Investitionskosten für neue Fernstraßen unabhängig von der Ausbaupolitik nicht rechtfertigen können. Da der positive Effekt in Deutschland aus verschiedenen genannten Gründen geringer ausfällt, ist davon auszugehen, dass eine Rechtfertigung der Investitionskosten hier umso schwieriger ist.

3.4 Neue Ökonomische Geografie

Das Grundmodell der Neuen Ökonomischen Geografie (NÖG) ist das Kern-Peripherie-Modell, das von Krugman (1991) formuliert wird. Das Modell bildet eine Wirtschaft mit zwei Regionen und einem mobilen Sektor (Industrie) und einem immobilien Sektor (Landwirtschaft) ab. Die Haushalte verfügen über homogene Präferenzen. Für den Handel der Industriegüter zwischen den Regionen werden Transportkosten gezahlt. Weiterhin wird angenommen, dass die Industriearbeiter zwischen den Regionen mobil sind. Zu Beginn sind beide Sektoren auf beide Regionen gleichverteilt. Nun stellt sich die Frage, was geschieht, wenn ein Unternehmen seinen Standort wechselt. Einerseits sieht sich das wechselnde Unternehmen einem größeren Wettbewerb ausgesetzt, was sich negativ auf die Gewinne des Unternehmens auswirkt. Demnach würde das Unternehmen seinen Standortwechsel rückgängig machen. Andererseits verfügt der neue Standort nun über mehr Industriegüter, die nicht importiert werden müssen, sodass ein Preisindex-Effekt auftritt und die Reallöhne steigen. Zudem tritt der von Krugman (1980) beschriebene Heimatmarkt-Effekt auf. Demnach werden mehr

differenzierte Güter angeboten und die Löhne steigen. Es käme damit zur Agglomeration der Industrieunternehmen an diesem Standort. Wie hoch der zweite Effekt ausfällt und ob dieser den ersten überwiegt, hängt von der Höhe der Transportkosten ab. Die Lösung des Modells zeigt, dass bei höheren Transportkosten die Dispersionseffekte überwiegen, während bei niedrigen Transportkosten die Agglomerationseffekte überwiegen.

Krugman et al. (1995) und Venables (1996) betrachten statt Kopplungseffekten zwischen Haushalten und Unternehmen die Kopplungseffekte zwischen Unternehmen über die Betrachtung von Input-Output-Kopplungen. Zudem wird angenommen, dass Arbeitskräfte nicht zwischen den Regionen, aber zwischen den Sektoren mobil sind. Das Ergebnis der überwiegenden Agglomerationseffekte bei sinkenden Transportkosten bleibt jedoch das gleiche.

Puga (1999) stellt eine Synthese aus beiden Modellen auf mit interregionaler und intersektoraler Arbeitsmobilität als auch Input-Output-Kopplungen zwischen Unternehmen. Wenn die Arbeitskräfte interregional mobil sind, kommt Puga (1999) zum gleichen Ergebnis wie Krugman (1991). Wenn die Arbeitskräfte jedoch nur intersektoral mobil sind, ergibt sich ein U-förmiger Zusammenhang zwischen den Transportkosten und den Agglomerationseffekten. Agglomerationseffekte treten dann bei mittleren Transportkosten auf, während bei hohen und niedrigen Transportkosten eine gleichmäßige Verteilung der Aktivitäten auftritt.

Ein weiteres interessantes, aber bisher weniger diskutiertes Modell ist Helpman (1998). Dabei ersetzt Helpman im Modell von Krugman (1991) das handelbare Agrargut durch immobilien Wohnraum. Unter der Annahme, dass das Angebot an Wohnraum in den Regionen konstant ist, erhöht Zuwanderung die Kosten für Wohnen. Den Einsparungen durch Agglomerationseffekte stehen nun höhere Mieten gegenüber. Demnach ist es dann vorteilhafter, mehr Güter aus der anderen Region zu importieren und niedrigere Mieten zu zahlen als höhere Mieten für niedrigere Transportkosten in Kauf zu nehmen. Der Zusammenhang ist dem Modell von Krugman (1991) entgegengesetzt. Bei hohen Transportkosten kommt es zur vollständigen Agglomeration, während es bei niedrigen Transportkosten zu einer Gleichverteilung der Aktivitäten kommt.

Im Folgenden wird untersucht, welche von den theoretischen Modellen implizierten Effekte und zugrundeliegenden Mechanismen sich in empirischen Studien wiederfinden lassen.

3.4.1 Empirie

Cosci et al. (2017) untersuchen, wie sich die hohen Investitionen in die Erweiterung der Autobahninfrastruktur in Italien in den 1960er Jahren auf die regionale Einkommensungleichheit auswirken. Die hohen Investitionen der 1960er Jahre werden dabei als exogener Schock aufgefasst und mit den regionalen Pro-Kopf-Einkommen von 1951 bis 2001 im Rahmen eines Spatial Durbin Modells zur Berücksichtigung der regionalen Interdependenzen in Bezug gesetzt. Die Anzahl der Städte mit Mautstellen, der Anteil der Autobahn-km pro Straßen-km und ein Index für die Lkw-Reisezeit werden als erklärende Variablen verwendet, um ein Erreichbarkeitsmaß widerzuspiegeln zur Erklärung des Wachstums der Pro-Kopf-Einkommen.

Die Forschenden kommen zu dem Ergebnis, dass die Verbindung des wirtschaftsstarken Nordens mit dem wirtschaftsschwächeren Süden durch die Erweiterung des Fernstraßennetzes in den 1960er Jahren zu einer Verschärfung der regionalen Disparitäten führte. Sie vermuten, dass die Investitionen im Süden nicht groß genug waren, um die Erreichbarkeitslücke zu schließen und damit gemäß den Implikationen der NÖG ein fortbestehendes Kern-Peripherie-Muster entstanden ist.

Gleichzeitig stellen Cosci et al. (2017) aber auch einen signifikant positiven Effekt der Verbesserungen der Erreichbarkeit durch die Investitionen im Norden auf die Wachstumsraten der Provinzen im Norden in den 1970er Jahren fest. Dies lässt sich für das dichtere Autobahnnetz im Norden, aber nicht für das weniger dichte Autobahnnetz im Süden nachweisen.

Faber et al. (2014) untersuchen die Auswirkungen des Aufbaus des National Trunk Highway Systems (NTHS) in China von 1992 bis 2006. Der Aufbau des NTHS wurde 1992 von der chinesischen Regierung beschlossen und 2007 fertiggestellt und verbindet alle chinesischen Großstädte mit mehr als 500.000 Einwohnern. Ziel der Studie ist es, die Auswirkungen der durch das NTHS erfolgende Anbindung der ländlichen Regionen, durch die das Netzwerk führt, auf die wirtschaftliche Entwicklung dieser Regionen zu schätzen. Da die Countys, durch die das NTHS führt, nicht zufällig, sondern anhand wirtschaftlicher und politischer Kriterien ausgewählt wurden, wird zur Überwindung des Endogenitätsproblems eine IV-Schätzung verwendet. Hierfür werden hypothetische Netzwerke aus Spannbäumen mit geringsten Kosten nach gängigen Algorithmen generiert (z. B. Dijkstra 1959, Kruskal 1956).

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass der Bau des NTHS innerhalb von 9 Jahren in ländlichen Countys zu einem Rückgang des industriellen Outputs um rund 26 % und einem Rückgang des BIP

um rund 18 % führte. Der Bevölkerungsanteil blieb dabei unverändert. Eine Untergruppe größerer ländlicher Countys hat dagegen geringe positive Wachstumseffekte erfahren.

Mithilfe modifizierter Schätzmodelle zeigen Faber et al. (2014), dass keine lokalen Dezentralisierungseffekte in den betroffenen Countys auftreten. Die auftretenden Kern-Peripherie-Effekte entsprechen demnach den Modellen der NÖG und sind auf eine Senkung der interregionalen Handelskosten und einem Überwiegen der Agglomerations- gegenüber den Dispersionseffekten zurückzuführen.

Duranton et al. (2014) untersuchen die Auswirkungen des Fernstraßeninfrastruktur auf das Handelsvolumen zwischen zwei Städten. Die Modellannahmen werden dabei in Anlehnung an die Annahmen der NÖG getroffen. Weiterhin unterscheiden die Forschenden zwischen der Fernstraßeninfrastruktur zwischen den Städten und der Fernstraßeninfrastruktur innerhalb der Städte, wobei für die Fragestellung dieser Arbeit eher der erste Effekt von Interesse ist. Wie bereits in Duranton et al. (2012) wird eine vergleichbare IV-Schätzung verwendet. Die Handelsdaten basieren auf der Commodity Flow Survey, die auch die räumlichen Bezugsregionen der Studie vorgibt.

Die Ergebnisse von Duranton et al. (2014) zeigen, dass Gewicht und Wert des Handelsvolumens zwischen zwei Städten mit der Distanz stark abnehmen. Eine Reduktion der Distanz zwischen zwei Städten um 1 % erhöht den Wert des Handelsvolumens um 1,4 % und das Gewicht des Handelsvolumens um 1,9 %. Damit kann der Bau von Fernstraßen hohe Handelsvorteile haben, wenn dadurch die Reisedistanz spürbar reduziert wird. Des Weiteren fördert der Bau von Fernstraßen insbesondere die Produktion von schweren Gütern in der betroffenen Region, was sich mit den Erkenntnissen des wachstumstheoretischen Ansatzes von Barzin et al. (2018) deckt.

3.4.2 Zusammenfassung

Cosci et al. (2017) und Faber (2014) kommen zu dem Ergebnis, dass sich aufgrund sinkender Transportkosten durch den Bau der Fernstraßennetze in Italien und China ein fortbestehendes Kern-Peripherie-Muster herausgebildet hat, womit sich die Implikationen des Kern-Peripherie-Modells von Krugman (1991) bestätigen. Das Modell von Helpman (1998) bestätigt sich damit nicht. Fraglich bleibt, wie mobil die Arbeitskräfte tatsächlich sind. Wenn sie eher immobil sind, könnte eine weitere Senkung der Transportkosten zu einer erneuten Dispersion der wirtschaftlichen Aktivität gemäß Puga (1999) führen.

Duranton et al. (2014) bestätigt, dass eine Reduktion der Distanz und damit der Transportkosten zwischen zwei Städten den Wert und das Gewicht des Handelsvolumens erhöhen.

3.5 Traditionelle Standorttheorie

Die traditionelle Standorttheorie lässt sich in Standortstrukturtheorien und die Theorien der unternehmerischen Standortwahl unterscheiden.

Neben der Begründung der Regionalökonomie durch die Thünenschen Ringe (von Thünen 1842) gehört auch die Theorie der zentralen Orte (Christaller 1933) zu den Standortstrukturtheorien. Ziel dieser Theorien ist es, die interne Struktur eines Standorts oder die Beziehungen der Standorte zueinander in Beziehung zu setzen (Farhauer et al. 2013, S. 13 f.).

Die Theorien der unternehmerischen Standortwahl beinhalten insbesondere das Hotelling-Gesetz (Hotelling 1929) und die Industriestandorttheorie nach Weber (1909). Diese Theorien analysieren die Standortwahl einzelner Unternehmen basierend auf Kostenüberlegungen und insbesondere Transportkosten oder erzielbare Gewinne (Farhauer et al. 2013, S. 13).

Im Folgenden werden Studien mit Bezug zu den genannten Theorien vorgestellt.

3.5.1 Standortstrukturtheorie

Das Modell der Thünenschen Ringe (von Thünen 1842) erklärt die räumliche Struktur wirtschaftlicher Aktivitäten anhand der Transportkosten. Demnach ordnen sich die wirtschaftlichen Aktivitäten um eine Stadt so an, dass für verderbliche und schwer zu transportierende Güter kurze Transportwege entstehen. Güter, die dagegen bodenintensiv in ihrer Produktion sind, ordnen sich in weiterer Entfernung zur Stadt an. Für eine ausführliche Erläuterung des Modells sei an Farhauer et al. (2013, S. 30 ff.) verwiesen.

Die Theorie der zentralen Orte gehört zu den Standortstrukturtheorien und geht auf Christaller (1933) zurück. Demnach sind Städte nach einer Hierarchie eingeteilt, in der eine Stadt in einer Hierarchieebene alle Städte auf der darunterliegenden Hierarchieebene mit Gütern und Dienstleistungen versorgt, die in der darunterliegenden Hierarchiestufe nicht angeboten werden. Typischerweise wird zwischen Unterzentren (Grundversorgung des täglichen Bedarfs), Mittelzentren (Grundversorgung des mittelfristigen Bedarfs) und Oberzentren (Grundversorgung des langfristigen Bedarfs) unterschieden. In Deutschland ist das Konzept in § 2 Absatz 2 Nr. 2,3

ROG in den Grundsätzen der Raumordnung verankert und „im Sinne der Leitvorstellung einer nachhaltigen Raumentwicklung [...] anzuwenden“ (§ 2 Absatz 1 ROG).

3.5.1.1 Empirische Anwendungen von Standortstrukturtheorien

Baum-Snow et al. (2020) untersucht den Effekt der Erweiterung des Fernstraßennetzes in China auf die räumliche Wirtschaftsstruktur. Dabei unterteilen die Forschenden die Präfekturen in Anlehnung an die Theorie der zentralen Orte in primate und nicht-primate Präfekturen, wobei eine primate Präfektur die bevölkerungsstärkste Präfektur im Umkreis einer sechsstündigen Fahrtdauer ist, was in etwa der an einem Tag zurückzulegenden Strecke entspricht. Damit wird die Theorie der zentralen Orte von der städtischen Ebene auf die regionale Ebene übertragen. Zur Überwindung des Endogenitätsproblems werden historische Instrumentvariablen für die Straßeninfrastruktur im Jahr 1962 verwendet. Im Schätzmodell erklären die Forschenden mit der Länge des Fernstraßennetzes die Auswirkungen auf BIP, Bevölkerung, Bevölkerungswachstum und Löhne.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Erweiterung des Fernstraßennetzes um 10 % im Umkreis von 450 km einer primaten Präfektur die Bevölkerung der primaten Präfektur um 1,1 % erhöht und die Bevölkerung außerhalb der primaten Präfektur um 1,7 % verringert. Weiterhin zeigen die Forschenden auf, dass regionale Hierarchien gemäß der Theorie der zentralen Orte auch bei Berücksichtigung von Variablen, die mit der Hierarchiestruktur korreliert sind, ausschlaggebend für die Wirkung von Verkehrsinfrastruktur ist.

Damit führt die Erweiterung des Fernstraßennetzes zu Agglomerationseffekten zugunsten der primaten Präfekturen. Gleichzeitig treten Spezialisierungseffekte auf, indem sich primate Präfekturen im verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungsgewerbe spezialisieren, während sich die nicht-primaten Präfekturen in der Landwirtschaft spezialisieren. Dies deckt sich zwar mit den Implikationen der Agglomerationseffekte in der NÖG. In einer weiteren Schätzung ersetzen die Forschenden jedoch die erklärende Variable der Länge des Fernstraßennetzes durch das Marktpotenzial für Binnenmärkte und das Marktpotenzial für Außenhandel. Dabei kommen sie zu dem Ergebnis, dass sich eine Erhöhung des Marktpotenzials für Binnenmärkte negativ und eine Erhöhung des Marktpotenzials für Außenhandel positiv auf die erklärten Variablen auswirkt. Eine Reduktion der Reisezeit zum nächsten internationalen Hafen um 10 % als Maß für das im Außenhandel erhöht beispielsweise das BIP um 1,6 % und die Bevölkerung um 1,0 %, auch in den ländlichen Regionen. Dies lässt sich nicht mit den Implikationen der NÖG vereinen, wohl aber mit der Theorie der zentralen Orte.

Baum-Snow et al. (2020) zeigen damit, dass die Investition in ein verbessertes Straßennetz zur Förderung wirtschaftsschwacher Regionen genau das Gegenteil des gewünschten Effekts bewirken kann, indem regionale Hierarchien gestärkt werden.

Rephann et al. (1994) nehmen zwar nicht explizit Bezug zur Theorie der zentralen Orte, gehen aber von einer sehr ähnlichen Grundidee aus. Demnach lässt sich die Frage der Auswirkungen des Ausbaus der Fernstraßeninfrastruktur nicht losgelöst von der Raumstruktur lösen: Wo liegt ein Highway, was verbindet er, was ist in der Nähe und welche wirtschaftlichen Bedingungen liegen dort vor? Dementsprechend untersuchen die Forschenden die Effekte des Fernstraßenbaus in Abhängigkeit von drei verschiedenen Raumstrukturkategorien, nach denen jede County im Untersuchungsraum eingeordnet wird. Die Forschenden untersuchen mittels einer quasi-experimentellen Matching-Methode die Auswirkungen des Baus eines neuen Interstate Highways auf die Bevölkerung, das Einkommen und den Output von Countys in der Umgebung des Highways im Zeitraum von 1963 bis 1975 in den USA.

Im Rahmen der Matching-Methode ordnen die Forschenden jede County im Einzugsgebiet des Highways eine vergleichbare County außerhalb des Einzugsgebiets des Highways zu. Dabei wird die industrielle Struktur, die Nachfragekraft, der Urbanisierungsgrad, der räumliche Kontext, politische Faktoren und der bisherige Wachstumstrend für Einkommen und Bevölkerung berücksichtigt. Um eine gewisse räumliche Unabhängigkeit der zu vergleichenden Countys zu gewährleisten werden Mindestentfernungen zwischen den Countys definiert.

Weiterhin werden die Countys wie bereits erwähnt in drei Raumstrukturkategorien nach Einwohnerzahl und räumlichen Kontext eingeteilt, um Unterschiede zwischen den Gruppen zu identifizieren:

- kompetitive Countys mit Städten mit mehr als 25.000 Einwohnern,
- Countys im Einflussgebiet von Großstädten und
- nicht-kompetitive Countys.

Die kompetitiven Countys beinhalten Städte mit mindestens 25.000 Einwohnern. Die Countys im Einflussgebiet von Großstädten profitieren von Spillover-Effekten der Großstädte. Die Größe des Einflussgebiets variiert dabei je nach Größe der Städte (60 Meilen für große Städte mit mehr als 250.000 Einwohnern und 40 Meilen für Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern). Die nicht-kompetitiven Countys umfassen die restlichen Countys. Im Rahmen der Studie erfüllen alle untersuchten Countys in diesen drei Gruppen die Bedingung, dass sie von mindestens neun Meilen eines neuen Interstate Highways durchlaufen werden. In einer weiteren Gruppe von Countys werden

angrenzende Countys untersucht, die sich maximal 30 Meilen entfernt von den anderen Countys befinden.

Die Ergebnisse zeigen, dass Countys im Einflussgebiet von Großstädten vom Bau von Interstate Highways in ihrem Gebiet profitieren. Die stärksten Effekte sind die positiven Effekte auf das Einkommen. Weiterhin erfahren die Countys große positive Effekte für das verarbeitende Gewerbe und öffentliche Verkehrs- und Versorgungsunternehmen. Weitere positive Effekte zeigen sich in der Einwohnerzahl, im Dienstleistungssektor und im Einzelhandel. In Verbindung mit der abnehmenden Anzahl der Einwohnerzahl in urbanisierten Countys sprechen die Ergebnisse zunächst für Dezentralisierungseffekte. Allerdings entwickeln sich die Countys in den Folgejahren auch zu konkurrenzfähigen Industriestandorten.

Weiterhin profitieren die kompetitiven Countys. Für diese Countys lassen sich vor allem positive Effekte auf den Einzelhandel und den öffentlichen Sektor feststellen. Die Aktivitäten konzentrieren sich auf lokale Dienstleistungen und bieten wenig Möglichkeiten für eine darüberhinausgehende Entwicklung von Finanz- oder Produktionszentren. Gleichzeitig gehen die Einwohnerzahlen und die Aktivität des verarbeitenden Gewerbes zurück. Die sinkenden Einwohnerzahlen werden durch neue Pendlerströme ausgeglichen.

Nicht-kompetitive Countys an Interstate Highways erfahren eher wenige positive Effekte vom Bau der Highways. Ein Anstieg der Transfer- und Kapitaleinkommen spricht für die Anziehung von Personen im Ruhestand, Urlaubenden und eventuell einiger Pendelnden. Darüber hinaus lässt sich eine leichte Zunahme des Einzelhandels, möglicherweise durch Serviceeinrichtungen an Highways wie Tankstellen und Raststätten feststellen.

Angrenzende Countys erfahren negative Effekte auf die Einwohnerzahl, den Dienstleistungssektor und den öffentlichen Sektor. Daneben sind teilweise positive Effekte auf das verarbeitende Gewerbe möglich.

3.5.1.2 Zusammenfassung

Baum-Snow et al. (2020) zeigen, dass ein Ausbau des Fernstraßennetzes zu einer Stärkung regionaler Hierarchien angelehnt an die Theorie der zentralen Orte führen kann und wirtschaftsschwache Regionen auf niedrigerer Hierarchieebene weiter geschwächt werden können. Eine weitere interessante Beobachtung der Forschenden ist, dass sich eine Erhöhung des

Marktpotenzials für Binnenmärkte negativ und eine Erhöhung des Marktpotenzials für Außenhandel positiv auf die wirtschaftliche Entwicklung einer Präfektur auswirkt.

Rephann et al. (1994) zeigen, dass positive Effekte in der wirtschaftlichen Entwicklung vor allem in Gebieten auftreten, die im Einflussgebiet von Großstädten liegen. Sie profitieren von Dezentralisierungseffekten und haben gleichzeitig das Potenzial, sich zu konkurrenzfähigen Industriestandorten weiterzuentwickeln. Auch kleinere Städte mit mehr als 25.000 Einwohnern profitieren von Fernstraßen, wobei der Effekt moderat ist und eine Verlagerung tendenziell vom verarbeitenden Gewerbe in den Einzelhandel stattfindet. Ländliche Countys erfahren bestenfalls geringe positive Effekte mit einer leichten Zunahme der Aktivität im Einzelhandel. Angrenzende Gebiete, durch die die Fernstraßen nicht geführt werden, verlieren an Einwohnern und Aktivität im Dienstleistungssektor mit teilweise positiven Effekten im verarbeitenden Gewerbe.

3.5.2 Theorien der unternehmerischen Standortwahl

Die Theorien der unternehmerischen Standortwahl betrachten die Standortwahl von Unternehmen aus einer mikroökonomischen Perspektive. Eine große Rolle spielen dabei Transportkosten (Farhauer et al. 2013, S. 14). Damit kommt auch der Verkehrsinfrastruktur eine hohe Bedeutung zu.

Nach dem Ansatz von Hotelling (1929) ist es das Ziel der Unternehmen einen möglichst hohen Marktanteil zu erlangen unter der Annahme, dass die Konsumenten unter Annahme homogener Produkte die Produkte des räumlich nächsten Unternehmens wählen, da für dieses die geringsten Transportkosten anfallen.

Im Rahmen der Industriestandorttheorie nach Weber (1909) liegt der Fokus auf der Angebotsseite. Demnach wählen die Unternehmen ihren Standort so, dass sie für den Transport der Primärgüter an ihren Unternehmensstandort die geringsten Transportkosten zahlen. Neben den Transportkosten werden auch Arbeitskosten berücksichtigt, wobei die Arbeitskräfte als immobil und die Lohnkosten als exogen und bekannt angenommen werden.

Harris (1954) stellt im Rahmen der Standorttheorie vor allem die allgemeine Erreichbarkeit von Märkten in den Vordergrund, da der Großteil des verarbeitenden Gewerbes stärkere Transportbeziehungen zu lokalen Märkten als zu Primärgütern unterhält.

3.5.2.1 Empirische Anwendungen im Sinne der Theorien der unternehmerischen Standortwahl

Im Folgenden werden einige Studien mit Bezug zu den Theorien der unternehmerischen Standortwahl vorgestellt. Die Studien von Holl (2004a,b), Percoco (2016) und Gibbons et al. (2019) stehen dabei dem Ansatz von Harris (1954) am nächsten, während Chandra et al. (2000) mit dem Ansatz von Hotelling (1929) arbeitet.

Holl (2004a) betrachtet die Auswirkungen des Ausbaus des spanischen Autobahnnetzes von 1980 bis 1994 auf die Standortentscheidungen im produzierenden Gewerbe nach Städten. Die Unternehmen richten ihre Standortwahl danach ihre Gewinne zu maximieren. Je höher die erwarteten Gewinne an einem Standort sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit einer Unternehmensgründung an diesem Standort. Die erwarteten Gewinne ergeben sich aus der Erreichbarkeit von Absatzmärkten und Zulieferern, wie auch weiteren Standortfaktoren wie Faktorkosten, Nachfrage und Agglomerationseffekten. Die Ergebnisse werden gesondert für zehn Wirtschaftszweige des sekundären Sektors berechnet.¹

Die Paneldaten werden in einem linearen Paneldatenmodell mit festen Effekten erfasst und die Regressionskoeffizienten im Rahmen einer Poisson-Regression geschätzt. Der Ausbaustand der Straßeninfrastruktur wird dabei mit Erreichbarkeitsmaßen basierend auf GIS gemessen. Die Erreichbarkeitsmaße umfassen Erreichbarkeitsmaße für die Absatzmärkte innerhalb und außerhalb der Region, in der sich die betrachtete Kommune befindet, ein Erreichbarkeitsmaß für Zulieferer des jeweiligen Wirtschaftszweigs und ein Erreichbarkeitsmaß für die nächste überregionale Fernstraße.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass eine Fernstraße in einer Distanz von bis zu 10 km von einem potenziellen Unternehmensstandort die Anzahl der Firmengründungen um durchschnittlich 14 % erhöht. Gleichzeitig sinkt die Wahrscheinlichkeit von Firmengründungen in Kommunen in weiterer Entfernung zur nächsten Fernstraße, was auf negative Ausstrahlungseffekte und eine Umverteilung der wirtschaftlichen Aktivität hindeutet. Die Anzahl der Firmengründungen außerhalb des 10 km Einzugsgebiets ist um 12 bis 94 % niedriger, je nach Entfernung und Wirtschaftszweig. Nur in der

¹ Die Wirtschaftszweige umfassen die „Metallerzeugung und -bearbeitung“, die „Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“, die „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“, die „Herstellung von Metallerzeugnissen und Maschinenbau“, die „Herstellung von Transporthilfsmitteln“, die „Nahrungsmittel- und Getränkeherstellung“, die „Herstellung von Textilien, Bekleidung und Schuhen“, „Papier und Druckereiwesen“, „Holzwaren und Möbel“ und „Kunststoffe und andere Erzeugnisse“.

chemischen Industrie lässt sich dieser Effekt nicht nachweisen. Unternehmen der Wirtschaftszweige „Metallerzeugung und -bearbeitung“, „Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“, „Herstellung von Metallerzeugnissen und Maschinenbau“ und „Holzwaren und Möbel“ sind in einer Entfernung von 20 bis 30 km stärker von den Umverteilungseffekten betroffen als in einer Entfernung größer als 30 km.

Weiterhin lässt sich mit dem Ausbau des Fernstraßennetzes eine zunehmende Dezentralisierung des produzierenden Gewerbes bei gleichzeitiger sektoraler Konzentration (Lokalisierungseffekte) feststellen. Die Fernstraßen ermöglichen es demnach den Unternehmen abseits der Großstädte von einer guten Verkehrsanbindung und gleichzeitig von Lokalisierungseffekten der sektoralen Konzentration zu profitieren. Die Lokalisierungseffekte treten besonders in den Wirtschaftszweigen „Papier und Druckereiwesen“ und „Holzwaren und Möbel“ deutlich hervor.

Für einen positiven Effekt der Verbesserung der überregionalen Erreichbarkeit von Absatzmärkten liegt keine statistische Signifikanz vor, in sechs von zehn Wirtschaftszweigen dagegen ein negativer Effekt. Eine Verbesserung der überregionalen Erreichbarkeit um 1 % gegenüber dem nationalen Durchschnitt verringert die Anzahl der Unternehmensgründungen um 2 bis 6 %. Eine Verbesserung der innerregionalen Erreichbarkeit dagegen hat für fünf der zehn Wirtschaftszweige einen signifikant positiven Effekt auf die Anzahl der Firmengründungen. Eine Reduktion der Reisezeit zur Hauptstadt der jeweiligen Provinz (NUTS-3) um eine halbe Stunde erhöht die Anzahl der Firmengründungen um 3 bis 6 %. Die Erreichbarkeit von Zulieferern hat einen positiven Effekt auf sechs der zehn Wirtschaftszweige. Eine Verbesserung der Erreichbarkeit um 1 % erhöht die Anzahl der Firmengründungen um 0,1 bis 0,5 %.

In einer weiteren ähnlichen Studie untersucht Holl (2004b) wie sich der Ausbau des Fernstraßennetzes in Portugal von 1986-1997 auf die Standortwahl von Start-ups und Standortwechseln im verarbeitenden Gewerbe nach Kommunen auswirkt. Die Autorin kommt dabei zu dem Ergebnis, dass Start-ups und Standortwechsel im verarbeitenden Gewerbe ihre Standortwahl nach unterschiedlichen Kriterien richten.

Im ökonometrischen Modell gehen für die Standortwahl Maßzahlen für die Marktgröße und Marktzugänglichkeit in Anlehnung an ein Gravitationsmodell ein, wobei GIS zur Datenerfassung verwendet werden. Daneben wird zwischen Effekten in Abhängigkeit von verschiedenen definierten Entfernungen (Luftlinie) zur nächsten Fernstraße unterschieden. Diese werden in diskreten 10-Kilometer-Schritten definiert und mit Dummy-Variablen in die Modellspezifikation aufgenommen. Weiterhin geht zur besseren Berücksichtigung von Agglomerationseffekten der Herfindahl-Index als

Maß für die Diversität der bereits ansässigen Unternehmen und die Größe der lokalen Unternehmen ein. Auch die Nähe zu unternehmensbezogenen Dienstleistungen wird berücksichtigt sowie die Höhe der zu zahlenden Löhne und das Bildungsniveau der zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte. Wie in Holl (2004a) wird eine Poisson-Regression mit linearem Paneldatenmodell mit festen Effekten verwendet, wobei zusätzlich ein Vergleich zu einer Schätzung mit der allgemeineren negativen Binomialverteilung gezogen wird.

Sowohl Start-ups als auch Standortwechsel im verarbeitenden Gewerbe zeigen eine klare Tendenz zur Ansiedlung in der Nähe neu gebauter Fernstraßen, wobei der Effekt auf Standortwechsel stärker ist. Außerhalb von 10 km Entfernung von der Fernstraße siedeln sich je nach Entfernung 11 bis 31 % weniger Neugründungen und 25 bis 98 % weniger Standortwechsel an.

Weiterhin zeigen die Ergebnisse der Studie, dass Start-ups größere lokale Märkte (gemessen an der Bevölkerungszahl) stärker bevorzugen, während das für Standortwechsel weniger Bedeutung hat und das Marktpotenzial am gesamten nationalen Markt mehr an Bedeutung gewinnt. Urbanisierungseffekte, gemessen an der Diversität der vorhandenen Unternehmen spielen für Start-ups eine wichtigere Rolle als für Standortwechsel bestehender Unternehmen. Ein geringeres Qualifikationsniveau der Arbeitskräfte wirkt sich negativ auf die Wahrscheinlichkeit von Standortwechseln und Neugründungen aus.

Percoco (2016) ist eine weitere Studie, die die Auswirkungen der Erreichbarkeit einer Autobahn auf Fabrikgründungen, aber auch auf Beschäftigung und Bevölkerungsentwicklung in Städten im Einzugsgebiet der entsprechenden Autobahn untersucht. Ein besonderes Augenmerk wird auch auf die Wechselwirkungen der Standortentscheidungen verschiedener Wirtschaftszweige gelegt, womit ein Bezug zur Stadtökonomie besteht. Die Studie bezieht sich auf das italienische Autobahnnetz im Zeitraum von 1951 bis 2001.

Das Einzugsgebiet der nächsten Fernstraße wird über eine Entfernung von 15 Kilometern zur nächsten Abfahrt bestimmt, basierend auf dem örtlichen Straßennetz. Damit ergibt sich ein ähnlich aussagekräftiges Erreichbarkeitsmaß wie in Holl (2016), jedoch ohne exakte Standorte der Unternehmensgründungen innerhalb der Städte. Eine höhere Relevanz dieses Maßes gegenüber einfacher Korridorbetrachtungen lässt sich dadurch verdeutlichen, dass im Rahmen der Studie 549 von 1207 Städten im 15-km-Korridor der betrachteten Fernstraßen außerhalb der Distanz von 15 Kilometern zur nächsten Abfahrt liegen.

Um das Endogenitätsproblem zu lösen, werden römische Straßen als historisches Instrument verwendet. Die römischen Straßen wurden zwar hauptsächlich zu politischen und militärischen

Zwecken angelegt. Dennoch wäre es möglich, dass schnell wachsende Städte absichtlich in das Straßennetz einbezogen wurden, die bis heute weitergewachsen sind. Damit wäre die Exogenität des Instruments nicht gegeben. Dementsprechend wurden die Hauptstädte der einzelnen Provinzen aus den Daten entfernt, da das römische Straßennetz die wichtigsten Städte des Römischen Reichs verband, die oft heute Hauptstädte von Provinzen sind. Es wird also angenommen, dass das Instrument für große Städte endogen ist und für kleinere Städte exogen. Weiterhin wird das römische Straßennetz als geografische Basis für das moderne Fernstraßennetz angenommen.

Zudem wird in einer Prüfung auf Robustheit der Ergebnisse der Differenz-von-Differenzen-Ansatz verwendet, um für provinzspezifische Einflüsse zu kontrollieren und eine Oaxaca-Blinder-Regression.

Im Rahmen des Regressionsmodells wird weiterhin mittels Paneldaten die Abhängigkeit von Fabrikgründungen von bereits vorhandenen Unternehmen im Transportsektor auf die Standortwahl betrachtet. Die Idee dahinter ist, dass die Fernstraßenabfahrten Unternehmen des Transportsektors in den Einzugsbereich der Fernstraßenabfahrt ziehen. Diese wiederum ziehen Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes an, insbesondere diejenigen, die stark auf Transportdienstleistungen angewiesen sind (Koagglomerationseffekte). Die Abhängigkeit von Unternehmen vom Transportsektor wird dabei anhand von Input-Output-Daten gemessen. Die Ergebnisse zeigen wie erwartet, dass der Effekt einer Fernstraßenabfahrt je nach Wirtschaftszweig deutlich variiert und so zum Beispiel der niedrigste Effekt im Immobiliensektor und der größte Effekt für Postdienstleister gemessen wird.

Eine Fernstraßenabfahrt innerhalb eines Umkreises von 15 km erhöht die Beschäftigung um 4 bis 5 % und die Anzahl an Fabriken um 2 bis 3 %, während keine signifikanten Effekte auf das Bevölkerungsniveau festzustellen sind. Den Ergebnissen liegen Koagglomerationseffekte, ausgelöst durch Standortentscheidungen von Unternehmen im Transportgewerbe, zugrunde. Die Effekte gelten gleichermaßen im wirtschaftsstarken Norden und im wirtschaftsschwächeren Süden des Landes, wobei die Effekte im Süden leicht höher ausfallen. Nicht betrachtet wurden in dieser Studie Ausstrahlungseffekte. Das bedeutet, dass nicht gesagt werden kann ob den Ergebnissen eine räumliche Umverteilung oder eine Neuschöpfung von ökonomischer Aktivität zugrunde liegt.

Gibbons et al. (2019) untersuchen die Auswirkungen des Ausbaus der Straßeninfrastruktur in Großbritannien von 1997 bis 2008, indem sie für die verschiedenen (kleineren) Straßenbauprojekte die Verbesserung der Erreichbarkeit jedes Wahlkreises betrachten. Ein besonderer Unterschied zu bereits existierenden Studien ist, dass keine groß angelegten ersten Fernstraßenprojekte in einem

Land, sondern weitere Verbesserungen in einem bereits gut ausgebauten Straßennetz betrachtet werden.

Die Forschenden nutzen ein Erreichbarkeitsmaß, das die gewichtete Summe der inversen minimalen Reisezeiten vom betrachteten Wahlkreis zu allen anderen Wahlkreisen abbildet. Da Erreichbarkeitsmaße für verschiedene Ziele (z. B. Gewichtung nach Arbeitsplätzen, Bevölkerung, etc.) hoch korreliert sind, macht eine genaue Unterscheidung zwischen verschiedenen Erreichbarkeitsmaßen keinen Sinn. Mit Hilfe des allgemeinen Erreichbarkeitsmaßes betrachten die Forschenden, wie sich eine Verbesserung der Erreichbarkeit auf die Produktivität und Beschäftigung der Unternehmen im Wahlkreis auswirkt.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass eine Verbesserung der Erreichbarkeit eines Wahlkreises um 1 % die Unternehmensanzahl und die Beschäftigung um 0,3 bis 0,5 % erhöht. Die Erhöhung der Beschäftigung ist dabei auf die zusätzlichen Unternehmensgründungen zurückzuführen. Die Beschäftigungseffekte scheinen in unternehmensnahen Dienstleistungen, im Transportsektor und in der Verwaltung zu dominieren. Weiterhin steigen die Arbeitsproduktivität, die Löhne und der Gebrauch von Vorleistungsgütern auch in bestehenden Unternehmen.

Die Forschenden interpretieren die Ergebnisse so, dass eine Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur transportintensive Unternehmen anzieht und zu einer Umstrukturierung der Produktion in bestehenden Unternehmen führt.

Chandra et al. (2000) untersuchen in den USA im Zeitraum von 1969 bis 1993 die Auswirkungen des Baus einzelner Highways auf die Einnahmen einzelner Wirtschaftszweige in ländlichen Countys. Die zugrundeliegende theoretische Annahme ist in Anlehnung an Hotelling (1929), dass regional handelnde Unternehmen sich ihr Marktgebiet nach Erreichbarkeit durch die Kunden aufteilen. Eine Verringerung der Transportkosten erhöht die Erreichbarkeit des eigenen Unternehmens und konkurrierender Unternehmen und damit den Wettbewerbsdruck. National handelnde Unternehmen mit differenzierten Produkten profitieren dagegen grundsätzlich von der Verbesserung der Erreichbarkeit nationaler Märkte. Dieses Kalkül motiviert die Unterscheidung der untersuchten Effekte nach Wirtschaftszweigen.

Die Forschenden unterscheiden weiterhin zwischen Countys, durch die der Highway direkt verläuft und deren angrenzende Countys. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass die Countys, durch die ein neuer Highway verläuft, innerhalb von 24 Jahren nach Bau des Highways von einem Wachstum der Einnahmen von 6 bis 8 % profitieren und die Einnahmen im Dienstleistungssektor und im

Einzelhandel um 5 bis 8 % steigen. Angrenzende Countys erleiden einen Rückgang der Einnahmen insgesamt um 1 bis 3 % und um 8 bis 11 % im Einzelhandel.

Für die Region insgesamt sind nach Chandra et al. (2000) Rückgänge der Einnahmen in der Landwirtschaft um 10 bis 30 % und Rückgänge im Einzelhandel um 3 bis 6 % zu erwarten, während die Einnahmen im verarbeitenden Gewerbe um 2 bis 10 % steigen. Die Werte variieren dabei innerhalb der angegebenen Grenzen im Zeitraum seit Bau des Highways. Dies bestätigt das theoretische Modell: Unternehmen mit differenzierten Produkten profitieren von der Verbesserung der überregionalen Erreichbarkeit, während regional handelnde Unternehmen mit nicht-differenzierten Produkten unter dem erhöhten Wettbewerbsdruck Schwierigkeiten bekommen, am größeren Markt zu bestehen. In der Bauphase steigen auch die Einnahmen in der Bauindustrie. Weitere Zuwächse der Einnahmen sind im Transportsektor und im öffentlichen Sektor, im Dienstleistungssektor und im Finanz-, Versicherungs- und Immobiliensektor festzustellen. Über alle Sektoren hinweg ist jedoch keine Erhöhung der wirtschaftlichen Aktivität der Region insgesamt feststellbar.

3.5.2.2 Zusammenfassung

Holl (2004a,b) und Percoco (2016) beobachten eine erhöhte Anzahl an Firmengründungen entlang neuer Fernstraßen, wobei diese in Holl (2004a) auf Kosten abgelegener Regionen geschehen. Holl (2004a) beobachtet eine Dezentralisierung bei gleichzeitiger sektoraler Konzentration, während nach Percoco (2016) Koagglomerationseffekte, ausgelöst durch Standortentscheidungen des Transportgewerbes, auftreten. Nach Holl (2004b) sind die Effekte vor allem eher für Standortwechsel als für Start-ups relevant, da für Standortwechsel das Marktpotenzial am gesamten Markt relevant ist, während Start-ups auf größere lokale Märkte setzen und stärker von Urbanisierungseffekten profitieren.

Nach Holl (2004a) wirkt sich weiterhin die überregionale Erreichbarkeit negativ auf die Anzahl der Firmengründungen aus, während sich die innerregionale Erreichbarkeit, sowie die Erreichbarkeit von Zulieferern und der regionalen „Hauptstadt“ positiv auswirkt.

Gibbons et al. (2019) zeigen, dass auch in einem bereits gut ausgebauten Straßennetz weitere Optimierungen sich positiv auf die Anzahl der Unternehmensgründungen und die Beschäftigung eines Wahlkreises auswirken können. Zudem werden auch in bestehenden Unternehmen Arbeitsproduktivität, die Löhne und der Gebrauch von Vorleistungsgütern gesteigert.

Chandra et al. (2000) zeigen, dass Unternehmen mit differenzierten Produkten (verarbeitendes Gewerbe) von der Verbesserung der überregionalen Erreichbarkeit profitieren, während regional handelnde Unternehmen mit nicht-differenzierten Produkten (Landwirtschaft und Einzelhandel) unter dem erhöhten Wettbewerbsdruck Schwierigkeiten bekommen, am größeren Markt zu bestehen. Weiterhin zeigt sich eine Verlagerung der wirtschaftlichen Aktivität von angrenzenden Countys in die Countys, durch die der neue Highway verläuft bei einer insgesamt unveränderten Höhe der wirtschaftlichen Aktivität.

3.6 Logistikbasierte Betrachtungen

Die logistikbasierten Betrachtungen nehmen die mikroökonomische Perspektive der Unternehmen ein und knüpfen an die analytische Arbeit von Tyworth et al. (1998) an. Tyworth et al. (1998) untersuchen die Auswirkungen der Transportdauern auf das Lagerhaltungsmanagement, abgebildet im Rahmen des allgemein anerkannten Economic Order Quantity Modells (EOQ-Modell).

Das Ziel des EOQ-Modells ist es, die optimalen Bestellzeitpunkte und Bestellmengen zu bestimmen. Dabei werden die Bestellungen so getätigt, dass ein gewisser Sicherheitsbestand (z. B. für mögliche Schwankungen in der Bestellmenge oder für Lieferverzögerungen) im Lager gewährleistet wird. Gleichzeitig sollen nicht zu viele Bestellungen getätigt werden, um die kumulierten Fixkosten pro Bestellvorgang über alle Bestellvorgänge gering zu halten. Die Transportdauer ist nach Tyworth et al. (1998) als Bestandteil der Durchlaufzeit (engl. lead time) zu betrachten. Die Forschenden zeigen, dass mit abnehmender Transportdauer und mit zunehmender Zuverlässigkeit der Transportdauern die Lagerbestände und damit die Lagerhaltungskosten reduziert werden können.

3.6.1 Empirische Anwendungen logistikbasierter Betrachtungen

Der Ansatz von Shirley et al. (2004) ist, dass durch Verbesserungen der Verkehrsinfrastruktur die Transportdauern gesenkt und die Zuverlässigkeit der Transportdauern gesteigert werden können und damit die von Tyworth et al. (1998) analytisch hergeleiteten Einsparungen des Lagermanagements realisiert werden können. Damit stellen die Forschenden im Weiteren auch den Ausgangspunkt für die anschließenden Arbeiten von Li et al. (2013) und Datta et al. (2012), auf die anschließend eingegangen wird.

Shirley et al. (2004) untersuchen mithilfe einer Regressionsanalyse die Auswirkungen des Straßenausbaus in den USA auf Ebene der Bundesstaaten im Zeitraum von 1973 bis 1996 auf die Lagerbestände von Inputgütern in Unternehmen.

Das ökonometrische Modell beruht auf dem EOQ-Modell, um das Bestellverhalten der Unternehmen abzubilden. Der Lagerbestand an Inputgütern hängt damit ab von der jährlichen Nachfrage, der Variabilität der Nachfrage, dem Wirtschaftszweig, dem Unternehmensstandort, dem Jahr, den Kapitalzinsen, der Menge des Umlaufbestands, dem Fernstraßeninfrastrukturkapital, Deregulationsreformen und dem Verkehrsaufkommen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Investition eines zusätzlichen Dollars in das Fernstraßenkapital das gebundene Kapital in Lagerbeständen von Inputgütern um 7 Cent in den 1970er-Jahren, um 2 Cent in den 1980er-Jahren und um 0,33 Cent in den 1990er-Jahren senkt. Zwischen verschiedenen Wirtschaftszweigen gibt es dabei keine signifikanten Unterschiede. Lediglich für die Nahrungsmittel- und Tabakindustrie fallen die Effekte geringer aus.

Für die rückläufige Rentabilität der Investitionen in das Fernstraßennetz führen die Forschenden verschiedene Gründe an. Ein möglicher Grund ist, dass ab den späten 1970er Jahren das Fernstraßennetz schon sehr weit ausgebaut war und die Investitionen von da an hauptsächlich in die Erhaltung des Straßennetzes flossen. Als weitere Gründe werden ineffiziente politische Entscheidungen (Stichwort Kirchturmpolitik), der demografische Wandel, der Rückgang der Suburbanisierung und ineffizientes Instandhaltungsmanagement genannt. Zudem wurde nicht angemessen auf wachsende Verkehrsmengen reagiert, was eine Herabsetzung der Verkehrsqualität mit sich brachte.

Da sich mehrere Effekte bei der Erklärung der rückläufigen Rentabilität überlagern, lässt sich die Größe der einzelnen Effekte nicht ohne Weiteres ermitteln. Es lässt sich hier also nicht nachweisen, ob und in welchem Umfang tatsächlich abnehmende Grenzerträge beim Aufbau des Fernstraßennetzes eine Rolle spielen, unabhängig von politischen Faktoren.

Li et al. (2013) untersuchen denselben Zusammenhang wie in Shirley et al. (2004) in China auf Provinzebene im Zeitraum von 1998 bis 2007. Weiterhin betrachten die Forschenden dabei die Unterschiede zwischen Unternehmen mit Zulieferern in näherer und weiterer Entfernung. Zudem stellen sie positive Ausstrahlungseffekte von Straßeninvestitionen in benachbarten Provinzen fest.

Das ökonometrische Modell ist an Shirley et al. (2004) angelehnt und besitzt zwei Besonderheiten. Erstens wird das Straßenkapital über die Gesamtlänge des Straßennetzes bestimmt und nicht über Investitionen ins Straßennetz. Dies hat zwar den Vorteil, dass regional abweichende Baukosten das

Ergebnis nicht verzerren und Erhaltungsarbeiten nicht berücksichtigt werden. Allerdings wird damit auch nicht die Qualität des Straßennetzes berücksichtigt und deren Auswirkungen auf die Qualität der erbrachten Transportleistungen (Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit). Deshalb wird zusätzlich eine Kontrollvariable verwendet, die die Investitionen in das Straßennetz auf Provinzebene berücksichtigt.

Zweitens wird mithilfe einer Proxy-Variable für unbeobachtete Faktoren kontrolliert. Diese können zum Beispiel Entwicklungen am Finanzmarkt oder indirekte Effekte von Infrastrukturinvestitionen sein, die sich über Bodenpreise auf die Lagerhaltungskosten auswirken. Als Proxy-Variable wird der Lagerbestand an Endprodukten verwendet. Es wird angenommen, dass dieser mit den unbeobachteten Faktoren korreliert und gleichzeitig unabhängig ist von der erklärenden Variablen.

Des Weiteren werden wie in Shirley et al. (2004) die Lagerbestände von Zwischenprodukten als Proxy-Variable für die Nachfrage nach Inputgütern verwendet. Weiterhin wird die Zahlung von Darlehenszinsen als Kontrollvariable für finanzielle Einschränkungen des jeweiligen Unternehmens verwendet. Weiterhin werden Opportunitätskosten der Lagerhaltung, andere Infrastrukturinvestitionen als Straßeninvestitionen, Konjunkturzyklen auf Provinzebene und fixe Effekte auf Jahres-, Firmen- und Provinzebene berücksichtigt.

Insgesamt haben die Investitionen in Straßeninfrastruktur in China zu einem Rückgang des Lagerbestands an Inputgütern um 4 % im Zeitraum von 9 Jahren geführt. Je Dollar, der in Straßeninfrastruktur investiert wird, wird der Lagerbestand an Inputgütern um zwei Cent verringert. Zwei Drittel des Rückgangs lassen sich auf Investitionen in die Straßeninfrastruktur in benachbarten Provinzen zurückführen. Wirtschaftszweige mit primären Inputgütern haben Zulieferer meist im lokalen Umfeld. Wirtschaftszweige, die auf hochwertigere Zwischenprodukte zurückgreifen, haben dagegen häufig Zulieferer in anderen Provinzen und profitieren damit stärker von Verbesserungen in der Straßeninfrastruktur.

Durch Verringerungen der Transportzeiten und eine Erhöhung der Zuverlässigkeit durch die Verbesserung der Straßeninfrastruktur können Firmen ihre Lagerbestände reduzieren, da sie geringere Sicherheitsbestände benötigen. Allerdings kann der Ausbau des Straßennetzes auch bewirken, dass die Unternehmen auf Zulieferer in einem weiteren Umfeld zurückgreifen. Weiterhin können die Unternehmen dadurch mehr Zwischenerzeugnisse aus einem größeren Netzwerk beziehen und damit gegebenenfalls die eigene Produktion teilweise ersetzen, um sich auf Kernaktivitäten zu konzentrieren. Die letzten beiden Effekte können in der Studie nicht berücksichtigt werden und relativieren den ersten. Ohne diese Effekte würde die Reduktion des

Lagerbestands noch größer ausfallen als geschätzt, sodass das Ergebnis als untere Schranke anzusehen ist. Gleiches gilt für die Ergebnisse von Shirley et al. (2004).

Einen Grund dafür, dass der beobachtete Effekt von Straßeninvestitionen geringer ausfällt als in der Studie von Shirley et al. (2004) in den USA sehen die Forschenden in der verbreiteten Korruption und damit verbundenen Ineffizienz bei der Planung und Umsetzung von Infrastrukturvorhaben. Weitere Gründe umfassen die Ineffizienz der, noch immer zahlreich vorhandenen, Staatsunternehmen in China und lokalem Protektionismus, indem Unternehmen gezwungen werden, auf lokale Zulieferer zurückzugreifen.

Datta (2012) untersucht den Bau eines großen Fernstraßenprojektes in Indien, des Golden Quadrilateral Programms, als natürliches Experiment, um das Problem der Endogenität zwischen dem Bau von Infrastruktur und der wirtschaftlichen Entwicklung anzugehen. Dabei untersucht er die Auswirkungen des Projekts auf die Lagerlogistik von Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, die sich im unmittelbaren Umfeld der neuen Fernstraßen befinden und vergleicht dies mittels des Differenz-von-Differenzen-Ansatzes mit einer Kontrollgruppe von Firmen, die nicht direkt im Umfeld der neuen Fernstraßen liegen. Zudem wird die Dauer der Lieferantenbeziehungen und die subjektive Einschätzung der Unternehmen von Transporthindernissen beobachtet.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass Firmen, die vom Bau der neuen Fernstraßen direkt betroffen sind, den Transport 60 Prozent seltener als Produktionshindernis einschätzen, ihre Lagerbestände um sieben Tage reduzieren und ihre Zulieferer etwa vier Monate früher wechseln als Firmen aus der Kontrollgruppe. Der direkte Zugang zu den neuen Fernstraßen ermöglicht damit nach Datta (2012) ein schlankeres Lagermanagement und einen besseren Zugang zu neuen Zulieferern.

3.6.2 Zusammenfassung

Die logistikbasierten Betrachtungen zeigen, dass eine verbesserte Fernstraßeninfrastruktur Auswirkungen auf die Verschlinkung des Lagermanagements von Unternehmen mit verbesserter Anbindung haben kann (Shirley et al. 2004, Li et al. 2013, Datta 2012).

Problematisch bleibt dabei jedoch die Quantifizierung des Effekts, da neben einer Reduzierung des Lagerbestands auch weiter entfernte Zulieferer verwendet werden könnten oder das Beziehen zusätzlicher Zwischenprodukte eigene Produktion teilweise ersetzen und die Lagerbestände wieder teilweise erhöhen kann (Li et al. 2013). Zudem sind ineffiziente politische Entscheidungen und Eingriffe in den Markt zu berücksichtigen (Shirley et al. 2004, Li et al. 2013) sowie die Möglichkeit

abnehmender Skalenerträge bei der fortgesetzten Erweiterung des Fernstraßennetzes (Shirley et al. 2004, Fernald 1999).

Weiterhin bleibt zu erwähnen, dass Wirtschaftszweige, die auf hochwertige Zwischenprodukte zurückgreifen, stärker von Verbesserungen der Verkehrsinfrastruktur profitieren als Wirtschaftszweige, die auf Primärgüter zurückgreifen (Li et al. 2013). Die größere Auswahl an Zulieferern spiegelt sich auch in der Verkürzung der Dauer der Lieferantenbeziehungen wider (Datta 2012). Letztlich kann sich auch die subjektive Einschätzung von Transporthemmnissen deutlich verbessern (Datta et al. 2012).

3.7 Immobilienpreisbasierter Ansatz

Nach den immobilienpreisbasierten Ansätzen schlägt sich der zusätzliche Nutzen des Fernstraßenzugangs und der daraus resultierenden Verbesserung der Erreichbarkeit in der Veränderung der Immobilienpreise nieder. Mithilfe der immobilienpreisbasierten Ansätze lässt sich damit aus der mikroökonomischen Perspektive der Haushalte der ökonomische Nutzen einer verbesserten Verkehrsinfrastruktur für Haushalte im direkten Einzugsgebiet von Fernstraßen ermitteln.

Die beiden wichtigsten Methoden zur Ermittlung der Veränderungen der Immobilienpreise sind dabei die hedonische Bewertungsmethode, die die Immobilienpreise in Abhängigkeit ihrer Eigenschaften bestimmt (Rosen 1974) und die transaktionsbasierte Methode, die den wiederholten Verkauf einer bestimmten Immobilie über einen gewissen Zeitraum beobachtet und dabei die unterschiedlichen Kaufpreise vergleicht (Bailey et al. 1963). Erstere wird von Hoogendoorn et al. (2019) und letztere von Levkovich et al. (2016) angewandt. Diese beiden Studien werden im Folgenden vorgestellt.

3.7.1 Empirische Anwendungen des immobilienpreisbasierten Ansatzes

Hoogendoorn et al. (2019) untersuchen im Zeitraum von 1995 bis 2013 in einem quasi-experimentellen Studiendesign die Auswirkungen der Eröffnung des Westerscheldetunnels in den Niederlanden im Jahr 2003 auf die Immobilienpreise. Da mit der Eröffnung des Tunnels gleichzeitig zwei Fährdienste eingestellt werden, ergeben sich aus der Fertigstellung des Projekts deutliche positive und negative Einflüsse auf die Erreichbarkeit der verschiedenen Regionen. Nach Glaeser et al. (2001) und Chen et al. (2008) präferieren private Haushalte häufig Wohnorte in der Nähe zu

Arbeitsplätzen und im Hinblick auf andere Annehmlichkeiten. Die Erreichbarkeit wird demnach durch die Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen von jedem Postleitgebiet aus beschrieben und quantifiziert.

Die Region Zeeland, in der der Tunnel liegt, ist aufgrund ihrer Geografie relativ abgelegen vom Rest der Niederlande und gilt als periphere Region. Großstädte wie Antwerpen, Gent und Rotterdam sind innerhalb von ein bis zwei Stunden mit dem Auto erreichbar. Die Anzahl an Arbeitsplätzen und die Bevölkerungsdichte sind relativ gering. Weiterhin ist das Bevölkerungswachstum, die Urbanisierungsrate und das Bildungsniveau niedrig und das Durchschnittsalter hoch. Dennoch befinden sich das BIP pro Kopf und die Produktivität im niederländischen Vergleich im Mittelfeld und die Arbeitslosenquote ist sehr gering.

Da die Eröffnung des Tunnels an einem definierten Tag stattfindet und sich daraus beträchtliche Veränderungen der Erreichbarkeit ergeben, bietet sich dieses Ereignis sehr gut für ein quasi-experimentelles Studiendesign an. Die Wirksamkeit des Tunnels lässt sich auch an einem Verkehrszuwachs von 50 % im ersten Jahr nach der Tunnelöffnung und von weiteren 45 % im Anschluss gut erkennen. Weiterhin standen in der politischen Entscheidung des Tunnelbaus vor allem Kosteneinsparungen durch die Aufgabe der Subventionen für die Fährverbindungen im Vordergrund. Damit ist mit hoher Sicherheit davon auszugehen, dass keine Endogenitätsprobleme auftreten. Zudem blieben die Bautätigkeiten im Untersuchungszeitraum der Studie unter dem niederländischen Durchschnitt und es wird kein Mangel an Baugrundstücken beklagt, sodass ein Anstieg der Immobilienpreise wegen zu geringem Angebot an Immobilien nicht in Frage kommt.

Das verwendete Regressionsmodell ermöglicht es, Auswirkungen auf die Immobilienpreise bereits vor oder nach der Tunnelöffnung zu erfassen. Zur Berücksichtigung spezifischer Immobilieneigenschaften werden hedonische Kontrollvariablen verwendet (nach Rosen 1974). Weiterhin werden Trends für die Entwicklungen der Immobilienpreise je Postleitgebiet berücksichtigt. Das Erreichbarkeitsmaß beinhaltet die Anzahl an Arbeitsplätzen im Umkreis des betrachteten Postleitgebiets, gewichtet mit der Entfernung. Dabei werden verschiedene Grenzwerte für die maximale Pendeldauer berücksichtigt (60, 90, 120 Minuten).

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass eine Verbesserung der Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen um 1 % die Immobilienpreise um etwa 0,8 % erhöht. Die Hälfte des Effekts tritt bereits ein Jahr vor Eröffnung des neuen Tunnels auf.

Die regional differenzierte Betrachtung der Ergebnisse zeigt, dass die nördliche Region von den positiven Effekten profitiert, während die südliche Region überhaupt keine Reaktion in den

Immobilienpreisen zeigt. Die Forschenden vermuten dahinter verschiedene Eigenschaften der Bevölkerung als plausibelste Erklärung. Dies zeigt sich beispielhaft daran, dass in der Studie Gemeinden mit höherem Bildungsniveau stärker auf die Veränderungen der Erreichbarkeit reagieren. Auch eine höhere Leerstandsrate in der südlichen Region könnte dafür sorgen, dass die Immobilienpreise in der südlichen Region nicht auf die Verbesserungen der Erreichbarkeit reagieren. Diese Hypothese wird jedoch nicht weiter untersucht.

Levkovich et al. (2016) untersuchen im Zeitraum von 2000 bis 2004 die Auswirkungen der Eröffnung von zwei Autobahnen in den Niederlanden im Jahr 2004 auf die Immobilienpreise. Dabei unterscheiden sie zwischen positiven Externalitäten durch die verbesserte Anbindung und den negativen Externalitäten durch Lärm und die Erhöhung des Verkehrsaufkommens. Durch die Erhöhung des Verkehrsaufkommens werden indirekt negative Externalitäten durch Effekte auf die Gesundheit, die Sicherheit im Straßenverkehr und Luftverschmutzung berücksichtigt.

Die Schätzstrategie beruht auf Transaktionsdaten einzelner Immobilien (nach Bailey et al. 1963) und einem Differenz-von-Differenzen-Ansatz. Dabei werden drei Modellspezifikationen verwendet:

- ein herkömmliches Modell,
- ein Modell zur Berücksichtigung der Externalitäten und Nachbarschaftseffekte und
- ein Modell, das die Auswirkungen der Externalitäten individuell für jede Kommune betrachtet.

Die Externalitäten werden dabei unter folgenden Annahmen modelliert:

- Eine Immobilie ist zusätzlicher Lärmbelastung ausgesetzt, wenn sie sich innerhalb von 300 Metern Entfernung der Autobahn befindet.
- Eine Immobilie ist einer zusätzlichen Erhöhung der Verkehrsbelastung ausgesetzt, wenn sie sich innerhalb von einem Kilometer Umkreis einer Autobahnabfahrt befindet.
- Die Verbesserungen der Erreichbarkeit werden durch ein Erreichbarkeitsmaß gemessen, das die Reisezeiten zwischen den verschiedenen Postleitgebieten im Betrachtungsraum berücksichtigt.

Für unbeobachtete Nachbarschaftseffekte wird ein entsprechender Interaktionsterm verwendet und es wird für unbeobachtete zeitliche Trends in jeder Kommune kontrolliert.

Immobilien, die eine Verbesserung der Erreichbarkeit um mindestens 2,5 % erfahren, werden zur Behandlungsgruppe gezählt. Für die Kontrollgruppen werden zwei verschiedene Varianten getestet:

-
- In der ersten Variante beinhaltet die Kontrollgruppe alle Postleitgebiete im Umkreis von zehn Kilometern, unter Ausschluss der nächsten Großstadt, Eindhoven.
 - In der zweiten Kontrollgruppe sind die Immobilien in allen Postleitgebieten, die eine Verbesserung der Erreichbarkeit um 1,5 bis 2,5 % erfahren haben, was etwa 20 % der Postleitgebiete entspricht.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Immobilienpreise im Untersuchungsgebiet um etwa 2,5 bis 4,3 % gestiegen sind, wobei die Effekte der beiden Autobahnen deutlich abweichen. Im Untersuchungsgebiet der A50 ergibt sich ein deutlich positiver Effekt, während der Effekt im Untersuchungsgebiet der A30 negativ ausfällt. Dies liegt vermutlich daran, dass die Immobilien im Untersuchungsgebiet der A30 wegen zwei bereits in der Nähe vorhandenen Autobahnen nur geringe Verbesserungen der Erreichbarkeit erfahren haben, sodass der Effekt der negativen Externalitäten überwiegt. Weiterhin scheinen die unterschiedlichen Schätzergebnisse zu zeigen, dass die negativen Externalitäten zunächst unterschätzt und erst nach Fertigstellung der Autobahnen richtig eingeschätzt wurden.

Die Schätzung der Elastizitäten zeigt, dass eine Verbesserung der Erreichbarkeit um 1 % die Immobilienpreise um 1,76 % erhöht. Die Immobilien im Umkreis von einem Kilometer von der nächsten Abfahrt erfahren eine Verringerung der Immobilienpreise um etwa 3 % und die Immobilien in einer Entfernung von 300 Metern zur Autobahn erfahren eine Verringerung der Immobilienpreise um etwa 3,6 %. Ergebnisse in den Unterschieden der Effekte je Kommune deuten darauf hin, dass die Elastizitäten der Erreichbarkeit je nach nicht beobachteten spezifischen Effekten variieren und eine Verbesserung der Erreichbarkeit der nächsten Großstadt als großer Arbeitsmarkt eine besondere Bedeutung hat. Über die Ermittlung der Zahlungsbereitschaft der Immobilienkäufer für die Verbesserung der Erreichbarkeit berechnen die Forschenden den monetarisierten Nutzen eines Autobahnkilometers auf 37,5 Millionen Euro.

Abschließend merken die Forschenden an, dass Verbesserungen der Erreichbarkeit aus überregionaler Netzwerk-Sicht und Staueffekte im Rahmen der Methode nicht berücksichtigt werden können. Für die zukünftige Forschung könnte die Betrachtung verschiedener Zahlungsbereitschaften nach verschiedenen Eigenschaften der Haushalte und demografische Entwicklungen durch den Bau der Autobahnen einbezogen werden.

3.7.2 Zusammenfassung

Die beiden vorgestellten Studien bestätigen grundsätzlich einen positiven Effekt von verbesserter Fernstraßeninfrastruktur auf die Immobilienwerte derjenigen Immobilien, die von einer verbesserten Erreichbarkeit profitieren. Dies gilt sowohl für die Erreichbarkeit anderer Gebiete allgemein, aber möglicherweise besonders für die Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen und naheliegenden Großstädten (Levkovich et al. 2016, Hoogendoorn et al. 2019). Wichtig dabei ist, dass für einen positiven Effekt ausreichend große Verbesserungen der Erreichbarkeit erzielt werden müssen, um die negativen Externalitäten durch Lärm und die Erhöhung des Verkehrsaufkommens zu kompensieren (Levkovich et al. 2016). Der Bau einer weiteren Autobahn bringt demnach nichts, wenn bereits gute Anbindungen durch andere Autobahnen sichergestellt sind. Das deckt sich mit der Annahme abnehmender Grenzerträge beim Fernstraßenbau (Fernald 1999).

Dass in Hoogendoorn et al. (2019) die eine Region von den Verbesserungen der Erreichbarkeiten profitiert, während die Immobilienpreise in der anderen Region trotz signifikanten Verbesserungen der Erreichbarkeit unverändert bleiben, zeigt jedoch, dass es weitere wichtige nicht beobachtete Einflüsse auf die Reaktionen des Immobilienmarkts gibt. Dies zeigt weiteren Forschungsbedarf in dieser Fragestellung auf. Levkovich et al. (2016) schlagen zum Beispiel vor, verschiedene Eigenschaften von Haushalten und den Einfluss auf die soziodemografische Struktur zu berücksichtigen. Im Hinblick darauf liegt bisher nur der Hinweis von Hoogendoorn et al. (2019) vor, dass Haushalte mit höherem Bildungsniveau sensibler auf Verbesserungen der Erreichbarkeit reagieren. Eine genauere Untersuchung dieser und weiterer soziodemografischer Eigenschaften steht noch aus (z. B. Einkommen, Alter, Haushaltsgröße).

4 Diskussion und Handlungsempfehlungen

Im ersten Unterkapitel dieses Abschnitts werden die Implikationen der zuvor vorgestellten Modelle diskutiert mit der Frage, welche Erkenntnisse sich aus den verschiedenen Anwendungen für die gestellte Forschungsfrage ergeben, welche Einschränkungen dabei bestehen und wo dabei noch Wissenslücken und Möglichkeiten für die weitere Forschung bestehen.

Im zweiten Unterkapitel werden modellübergreifende Fragen aufgegriffen, wobei auch auf die zukünftige Entwicklung der Fragestellung und die Anwendung der Ergebnisse in der Praxis eingegangen wird.

4.1 Diskussion der Implikationen der Modelle

Die Studien im Rahmen der **Modelle der endogenen Wachstumstheorie** zeigen, dass Fernstraßeninvestitionen

- positive Effekte auf die TFP im verarbeitenden Gewerbe hauptsächlich außerhalb ländlicher Regionen bewirken.
- stärkere Effekte in Entwicklungsländern und in der Schwerindustrie bewirken.
- einige Standortwechsel im verarbeitenden Gewerbe anregen, deren Bedeutung hinsichtlich der geringen Anzahl für die Entwicklung von Regionen in entwickelten Ländern jedoch eine untergeordnete Rolle spielen.
- wirksam sind, wenn sie eine Erhöhung des Marktpotenzials und der Erreichbarkeit von Input-Gütern und Arbeitskräften im verarbeitenden Gewerbe bewirken.
- Entstehung und Diffusion von Innovationen begünstigen.
- signifikante Spillover-Effekte zwischen Regionen beinhalten, die auch negativ ausfallen können und von wirtschaftlichen Verflechtungen der Regionen abhängen.
- gegenüber alternativen Investitionen zumindest mittelfristig oft ineffizient sind.

Zusammenfassend zeigen die Modelle der endogenen Wachstumstheorie, dass Fernstraßeninvestitionen eher kein effizientes Mittel zur Steigerung der Produktivität in ländlichen Gebieten sind. Investitionen in Bildung, Forschung und Entwicklung sowie die Attraktivität der Region für Migranten scheinen zumindest mittelfristig sinnvolle Investitionsalternativen zur Strukturförderung zu sein (Crescenzi et al. 2012). Gerade in diesen Bereichen liegen besondere Schwächen in Ostdeutschland (IWH 2019, S. 15 ff.).

Wenn dennoch aus anderen Gründen Fernstraßen durch ländliche Gebiete geführt werden, sollte die mögliche Anbindung von Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes und der Schwerindustrie berücksichtigt werden, um das Marktpotenzial und die Erreichbarkeit von Arbeitskräften zu verbessern.

Ebenso kann eine verbesserte Vernetzung von Innovatoren zur verbesserten Diffusion von Innovationen berücksichtigt werden. Die bessere infrastrukturelle Vernetzung strukturschwacher Regionen mit Wissenschaftsstandorten könnte demnach eine sinnvolle Maßnahme sein. In den ostdeutschen Bundesländern sind zum Beispiel Sachsen und Berlin sehr gut mit wissenschaftlichen Ressourcen ausgestattet, die jedoch regional kaum genutzt werden (Barjak 2020). Die bessere infrastrukturelle Vernetzung könnte eine bessere Vernetzung im Sinne von neuen Kooperationsmöglichkeiten sinnvoll begleiten.

Offen bleibt dabei, welche Effekte im Dienstleistungsgewerbe auftreten. Diese Frage ist gerade für entwickelte Länder wie Deutschland mit einem Beschäftigungsanteil von rund 75 % (Weidenbach 2021) und einer Bruttowertschöpfung von rund 69 % (Hohmann 2021) im Dienstleistungsgewerbe im Jahr 2019 interessant und sollte in weiteren Studien berücksichtigt werden.

Die Studien im Rahmen der **neoklassischen Handelstheorie** zeigen, dass Fernstraßeninvestitionen

- positive Effekte auf Einkommen und Bevölkerungszahl haben können.
- signifikante Spillover-Effekte zwischen Regionen beinhalten.
- durch verbesserte Anbindungen an See- und Flughäfen sowie Landesgrenzen das Exportvolumen steigern können.
- eventuell Spezialisierungseffekte im Hinblick auf den Einsatz mehr und weniger gebildeter Arbeitskräfte hervorrufen könnten.

Zusammenfassend zeigen die Modelle der neoklassischen Handelstheorie, dass Fernstraßeninvestitionen positive Effekte auf Einkommen und Bevölkerungszahl haben, die sich jedoch nicht auf die Zielregion der Investitionen beschränken. Zur Steigerung von Exporten scheint eine Ausrichtung des Fernstraßennetzes auf See- und Flughäfen, sowie eventuell auf Landesgrenzen sinnvoll. In Anbetracht relativ niedriger Exportzahlen in Ostdeutschland, die etwa 1,4 Prozentpunkte des Produktivitätsunterschieds zwischen Ost- und Westdeutschland erklären (Müller et al. 2017) liegt hier ein möglicher Ansatz zur Strukturförderung mit jedoch überschaubarer Wirkung.

Offen bleibt eine empirische Überprüfung der Auswirkungen komparativer Kostenvorteile nach Ricardo auf regionaler Ebene. Wie von Faber (2014) angeregt, könnten Städte gegenüber ländlichen Regionen komparative Kostenvorteile in der industriellen Produktion besitzen.

Die Studien im Rahmen der **Stadtökonomie** zeigen, dass Fernstraßeninvestitionen

- den Einzugsbereich von Städten für Arbeitskräfte und damit die Beschäftigung erhöhen können, auch in ländlichen Regionen.
- zu teuer sind, um allein diesen Effekt zu rechtfertigen.

Die Ergebnisse der Modelle der Stadtökonomie zeigen damit, dass es Sinn machen kann, den gegebenenfalls ohnehin vorgesehenen Ausbau des Fernstraßennetzes auf regionale Wirtschaftszentren auf Landkreisebene zu orientieren, um positive Beschäftigungseffekte zu erzielen. Dies spricht damit für eine Stärkung des Konzepts der zentralen Orte in der Raumordnung insbesondere auf Landkreisebene.

In Bezug auf die Schwierigkeiten ostdeutscher Betriebe, Ausbildungsstellen zu besetzen (Müller et al. 2017), könnte hier ein Ansatz liegen, durch eine Vergrößerung des Einzugsgebiets der Unternehmen für Arbeitskräfte durch neue Fernstraßen diesem Problem entgegenzuwirken.

Die Studien im Rahmen der **Neuen Ökonomischen Geografie** zeigen, dass Fernstraßeninvestitionen

- fortbestehende Kern-Peripherie-Muster herbeiführen können.
- Wert und Gewicht des Handelsvolumens zwischen zwei Städten steigern können.

Fraglich ist dabei, ob entstandene Kern-Peripherie-Muster zum Beispiel durch eine weitere Senkung der Transportkosten rückgängig gemacht werden können. Nach Puga (1999) wäre das möglich, wenn Arbeitskräfte räumlich eher immobil sind.

Für Deutschland zeigt sich jedoch, dass Arbeitskräfte eher mobil sind, wie sich an den Salden der Bewegungen der Binnen- und Außenwanderung erkennen lässt (siehe Anhang A1). Sander (2014) zeigt auf, dass die Trends der Wanderungsbewegungen auch in Ostdeutschland zu Umzügen in Großstädte neigen und von der Suche der jungen Bevölkerung nach Bildungs- und Arbeitsmöglichkeiten (neben dem eingestellten Trend der Suburbanisierung) angetrieben werden. Damit lässt sich eher von einem relativ mobilen Verhalten der Arbeitskräfte in Deutschland sprechen. Dies begünstigt nach Puga (1999) den unumkehrbaren Einfluss zusätzlicher Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf das Herausbilden von Kern-Peripherie-Mustern.

Aufgrund des zunehmend schwierigen Wohnungsmarkts in Städten soll hier auch kurz auch auf das Modell von Helpman (1998) eingegangen werden. Bisher scheint sich trotz steigender Mieten in den meisten Städten keine Verringerung der Wanderungsbewegungen einzustellen (siehe Anhang A1). Lediglich in München, der Großstadt mit dem derzeit höchsten Mietniveau in Deutschland (empirica 2021) lässt sich eine leichte Bevölkerungsabwanderung feststellen. Problematisch am Modell von Helpman ist jedoch, dass vereinfacht nur zwei Regionen existieren. Damit werden Suburbanisierungseffekte, wie sie zum Beispiel im monozentrischen Stadtmodell berücksichtigt werden können, außer Acht gelassen. Diese scheinen auch im Beispiel München eher die Reaktion der Wanderungsbewegungen widerzuspiegeln.

Im Hinblick auf die Modelle der NÖG scheint sich damit das Herausbilden von Kern-Peripherie-Mustern in Bezug auf die Wirkung von Investitionen in die Fernstraßeninfrastruktur als relevante Wirkung herauszustellen. Diese Schlussfolgerung stellt die Sinnhaftigkeit von Fernstraßeninvestitionen zur Förderung strukturschwacher Regionen stark in Frage. Der Umkehrschluss des Modells wäre sogar, dass eine Isolierung strukturschwacher Regionen diese vor starken Bevölkerungsabwanderungen am besten schützen würde im Sinne eines regionalen Protektionismus.

Dabei bleibt andererseits zu berücksichtigen, dass Protektionismus global betrachtet deutliche Effizienzverluste bedeutet (Feenstra 1992). Zudem werden im Sinne der neoklassischen Handelstheorie Spezialisierungseffekte der Volkswirtschaften nicht ausgenutzt. Bai et al. (2004) bestätigen am Beispiel China, dass lokaler Protektionismus regionale Spezialisierungseffekte, die positive Skaleneffekte mit sich bringen, abschwächt. In Bezug auf die Fernstraßenpolitik würde die bewusste Einschränkung der Fernstraßeninfrastruktur weiterhin auch Nachteile für eigene überregional handelnde Unternehmen in der Region bedeuten und auch die Attraktivität der Region für private Haushalte senken.

Um protektionistische Maßnahmen zu vermeiden und gleichzeitig eine räumlich gerechte Verteilung der wirtschaftlichen Aktivitäten zu erzielen, empfiehlt es sich, zusätzlich zu einem eventuellen Fernstraßenausbau ergänzende Maßnahmen zu treffen. Ziel dieser Maßnahmen sollte es sein, die regional vorhandenen komparativen Vorteile so weit auszubauen, dass eine spezialisierte und gegenüber strukturstarken Regionen konkurrenzfähige Wirtschaftsstruktur entsteht, die den Agglomerationseffekten der strukturstarken Regionen standhält.

Die Studien im Rahmen der **traditionellen Standorttheorie** zeigen, dass Fernstraßeninvestitionen

- eine Stärkung von Hierarchien zwischen Regionen begünstigen können.

-
- die stärksten positiven Effekte im Einflussgebiet von Großstädten mit Potenzialen für neue Industriestandorte bewirken.
 - moderate positive Effekte in Landkreisen mit Mittelstädten bei einer Verlagerung der Aktivitäten vom verarbeitenden Gewerbe in den Einzelhandel bewirken.
 - geringe positive Effekte in ländlichen Landkreisen im Einzelhandel bewirken.
 - Verlagerungen von Einwohnerzahlen und wirtschaftlicher Aktivität von angrenzenden Landkreisen in die Landkreise, durch die die neue Fernstraße läuft, bewirken.
 - die Entstehung neuer Firmenstandorte (vorwiegend bestehender Unternehmen) entlang der neuen Fernstraßen begünstigen in Verbindung mit Verlagerungseffekten aus dem Umland, Dezentralisierungseffekten bei gleichzeitiger sektoraler Konzentration und Koagglomerationseffekten.
 - auch in bereits gut ausgebauten Fernstraßennetzen positive Auswirkungen auf Unternehmensgründungen und Beschäftigung haben können.
 - auf die Verbesserungen der Anbindungen an regionale „Hauptstädte“ und Zulieferer ausgerichtet sein sollten.
 - positive Effekte für Unternehmen mit differenzierten Produkten und Wettbewerbsverschärfungen für Unternehmen mit nicht-differenzierten Produkten bewirken.

Die Studien der traditionellen Standorttheorie zeigen damit, dass an Fernstraßen neue Unternehmensstandorte, häufig in Clustern, entstehen können. Gleichzeitig tritt jedoch eine Stärkung der Hierarchien zwischen den Regionen auf, womit sich Disparitäten verschärfen können. Die Planung von Fernstraßen sollte auf die Anbindung der regionalen „Hauptstädte“ angelegt werden und insbesondere die Anbindung von Unternehmen mit differenzierten Produkten im verarbeitenden Gewerbe berücksichtigen.

Auch verbesserte Verbindungen von Unternehmen, die in wirtschaftlichen Zusammenhängen stehen ist sinnvoll. In Ostdeutschland sind viele Unternehmen jedoch vertikal spezialisiert (Mertens et al. 2020), womit weniger Lieferantenbeziehungen in der Wirtschaftsstruktur existieren, was den Einfluss von Fernstraßen aus strukturellen Gründen verringert.

Eine weitere sinnvolle Strategie beim Fernstraßenbau in strukturschwachen Regionen könnte es sein, dezentrale Agglomerationen von Unternehmen, die stärker von Lokalisierungseffekten als von Urbanisierungseffekten profitieren, besser an die Verkehrsinfrastruktur anzubinden. Das sind nach Holl (2004b) eher ältere Unternehmen. In Ostdeutschland könnte diese Strategie gut angewandt

werden, da dort nur rund die Hälfte der Beschäftigten (gegenüber drei Viertel in Westdeutschland) in Städten arbeiten und spezialisierte Agglomerationen bestimmter Industriestandorte im ländlichen Raum existieren. Dazu zählt zum Beispiel die Chemieindustrie im Süden Sachsen-Anhalts und die metallurgische Industrie in Eisenhüttenstadt (IWH 2019, S. 10).

Die Studien im Rahmen **logistikbasierter Betrachtungen** zeigen, dass Fernstraßeninvestitionen

- positive Auswirkungen auf die Verschlinkung des Lagermanagements betroffener Unternehmen haben können.
- die Auswahl an Zulieferern erhöhen und die Länge der Lieferantenbeziehungen verkürzen.
- die Beschränkung von Unternehmen auf ihre Kernaktivitäten fördern können.
- die subjektive Einschätzung der Relevanz von Transporthemmnissen verringern können.

Die logistischen Betrachtungen beschränken sich bisher auf die Ebene der Losgrößenplanungsmodelle (EOQ-Modell) auf der taktischen Ebene. Daneben könnte eine Betrachtung der strategischen und der operativen Planungsebene weitere Erkenntnisse für die Reaktionen von Unternehmen auf Investitionen in die Fernstraßeninfrastruktur bringen.

Die strategische Ebene beinhaltet dabei die Standortwahl- und Lagerstrukturplanungs-Modelle (Bretzke 2010). Diese Modelle könnten neben den Modellen der traditionellen Standorttheorie weitere Aufschlüsse über das Verhalten der Standortwahl einzelner Unternehmen bieten. Insbesondere dann, wenn diese Unternehmen großräumige Distributionsnetzwerke mit mehreren Lagerstandorten unterhalten, sind Erkenntnisse zu erwarten, deren Zusammenhänge die traditionelle Standorttheorie nicht abdecken kann.

Auf operativer Ebene sind unter anderem Tourenplanungsmodelle zu finden (Bretzke 2010). Dabei könnten die Auswirkungen von Reisezeitverkürzungen durch neue Fernstraßen auf die Tourenplanung untersucht werden. Im Rahmen der NKA in der Verkehrswegeplanung werden Einsparungen der Reisezeiten und der Betriebsmittel bereits auf aggregierter Ebene umfänglich berücksichtigt (siehe Dahl et al. 2016). Eine Betrachtung auf disaggregierter Ebene könnte empirisch den tatsächlichen Einfluss auf einzelne Unternehmen entlang neuer Fernstraßen validieren.

Die Studien im Rahmen **immobilienpreisbasierter Ansätze** zeigen, dass Fernstraßeninvestitionen

- einen positiven Einfluss auf die Immobilienpreise und damit die Attraktivität einer Region für Wohnaktivitäten haben.

-
- die Verbesserung der Erreichbarkeiten von Arbeitsplätzen und naheliegenden Großstädten ins Auge fassen sollten.
 - nur dann einen positiven Effekt haben, wenn die Verbesserungen der Erreichbarkeiten ausreichend groß sind, um negative Externalitäten wie Lärm und erhöhtes Verkehrsaufkommen zu kompensieren.

Offen bleibt, dass es weitere unbeobachtete Effekte durch Fernstraßeninvestitionen auf die Immobilienpreise zu geben scheint. Hierbei kann zum Beispiel nach Levkovich et al. (2016) eine weitere Berücksichtigung soziodemografischer Eigenschaften eine Rolle spielen. Weiterhin wäre denkbar, dass neben der Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen die Erreichbarkeiten von Orten für Freizeitaktivitäten eine Rolle spielen könnten. Hierbei könnten zum Beispiel Erholungsgebiete berücksichtigt werden. Ebenso spielen vermutlich Großstädte auch eine wichtige Rolle für Freizeitaktivitäten. Hierbei könnte es jedoch zu Schwierigkeiten in der Kausalitätsbestimmung kommen, da Großstädte sowohl für Freizeitaktivitäten als auch für Arbeitsplätze eine wichtige Rolle spielen. Zudem könnte auch betrachtet werden, wie sich der allgemeine Zugang zum Fernstraßennetz auf die Immobilienpreise auswirkt, ähnlich wie dieser Zusammenhang in Bezug auf Unternehmensgründungen in Holl (2016) und Percoco (2016) berücksichtigt wurde.

4.2 Modellübergreifende Diskussion

Unabhängig von einzelnen Modellen wird nun auf übergreifende Fragen eingegangen. Zunächst wird ausgehend von einer Diskussion der These abnehmender Grenzerträge der Wirkungszusammenhang der diskutierten Modelle verdeutlicht. Anschließend wird diskutiert, wie sich die zunehmende Bedeutung der digitalen Infrastruktur auf die Relevanz und Wirkmechanismen der Verkehrsinfrastrukturinvestitionen im Rahmen der Modelle auswirken könnte. Abschließend wird die mögliche Anwendungsgestaltung der Ergebnisse dieser Arbeit in der Praxis diskutiert.

4.2.1 Diskussion der Wirkungszusammenhänge

Fernald (1999) stellt in einer Untersuchung des Fernstraßenbaus in den USA die These abnehmender Grenzerträge im Fernstraßenbau auf. Dies entspricht der Intuition, dass das erste Fernstraßennetz hohe Produktivitätsgewinne ermöglicht, während ein zweites Fernstraßennetz nur begrenzte Effekte erzielen würde. In den betrachteten Studien bestätigt sich der Effekt insofern, dass die Produktivitätseffekte von Fernstraßen in Entwicklungsländern mit einem bisher eher schlechten

Straßennetz deutlich stärker ausfallen als in entwickelten Ländern. Bougheas et al. (2013) untersuchen die Wirkung von Infrastrukturinvestitionen (Telekommunikation und Transport) im internationalen Vergleich und kommen zu dem Ergebnis, dass sich der Zusammenhang zwischen Infrastruktur und Wirtschaftswachstum am besten anhand einer umgedrehten U-Kurve erklären lässt. Demnach wären bei sehr hohen Investitionen sogar negative Grenzerträge zu erwarten.

Dennoch vereinfacht die pauschale Annahme abnehmender Grenzerträge die Frage zu stark, da für eine Bestimmung der tatsächlichen Wirkung von Fernstraßeninfrastruktur immer die räumliche Wirtschaftsstruktur eine wichtige Rolle spielt (Rephann et al. 1994). Wie mehrere der betrachteten Studien gezeigt haben, lässt sich die Kausalität für die Produktivitätsgewinne gut durch die Verbesserungen verschiedener Erreichbarkeiten widerspiegeln (Baum-Snow et al. 2020, Gibbons et al. 2019, Holl 2012, 2016, Jaworski et al. 2019, Martín-Barroso et al. 2015). Neben Effekten der Erreichbarkeit auf die Produktivität ergeben sich weitere Effekte auf die räumliche Wirtschaftsstruktur und Unternehmensgründungen (Gibbons et al. 2019, Holl 2004b) und die Immobilienpreise (Hoogendoorn et al. 2019, Levkovich et al. 2016). Wie Gibbons et al. (2019) zeigen, können auch in entwickelten Ländern mit einem flächendeckenden Fernstraßennetz weitere Verbesserungen des Netzes weitere Effekte auf die Beschäftigung und die Unternehmensanzahl haben.

Neben den positiven Effekten der Erreichbarkeiten sind jedoch auch Agglomerationseffekte beim Überschreiten gewisser Schwellen zu berücksichtigen, wie sie durch die Wirkungsmechanismen der NÖG beschrieben werden. Ebenso spielen die Effekte der regionalen Hierarchien unabhängig vom Überschreiten gewisser Schwellenwerte eine Rolle (Baum-Snow et al. 2020).

4.2.2 Digitale Infrastruktur als Substitut für Verkehrsinfrastruktur?

Agrawal et al. (2017) ist im Rahmen seiner Studie auch der Frage nachgegangen, ob die Verbreitung digitaler Vernetzung als Substitut für Verkehrsinfrastruktur hinsichtlich der Verbreitung von Innovationen angesehen werden kann. Mit Datensätzen von 1988 bis 2003 kommen die Forschenden zu dem Ergebnis, dass dies bis zu diesem Zeitpunkt zumindest nicht der Fall war.

Seit 2003 hat sich die digitale Vernetzung jedoch deutlich weiterentwickelt. Gerade seit der Corona-Krise gewinnt das Arbeiten aus dem Home-Office an Bedeutung, womit zahlreiche Pendelverkehre wegfallen. Nach einer Umfrage unter 1.800 Unternehmen in Deutschland wollen 46 % der Unternehmen in der Informationswirtschaft und 30 % der Unternehmen im verarbeitenden

Gewerbe auch nach der Corona-Krise vermehrt Home-Office einsetzen (ZEW 2020). Auch auf Seite der Arbeitnehmer zeigt sich eine hohe Bereitschaft zum häufigeren Arbeiten aus dem Home-Office auch nach der Corona-Krise. Demnach wollen 48 % der Erwerbstätigen nach der Corona-Krise so oft von zu Hause arbeiten wie während der Krise, während 39 % weniger und nur 13 % gar nicht mehr nach der Krise von zu Hause arbeiten wollen (Hans-Böckler-Stiftung 2020). Demnach scheint es plausibel, digitale Infrastruktur im Personenverkehr zumindest teilweise als Substitut für Verkehrsinfrastruktur anzusehen. Der Güterverkehr lässt sich dagegen nicht auf die digitale Infrastruktur verlagern.

Um die Auswirkungen der Zunahme an Arbeitnehmern im Home-Office abzuschätzen, muss in den entsprechenden Modellen zwischen Personen- und Güterverkehr unterschieden werden. Dies ist bei den Modellen der endogenen Wachstumstheorie und der Standortstrukturtheorie nicht möglich. Die neoklassische Handelstheorie, die Theorien der unternehmerischen Standortwahl und die logistikbasierten Betrachtungen berücksichtigen vordergründig die Transportkosten im Güterverkehr, sodass hinsichtlich dieser Modellvorhersagen keine gravierenden Änderungen zu erwarten sind. Im Rahmen der neoklassischen Handelstheorie ist dabei nur zu beachten, dass sich die Faktorausstattung der Regionen mit Arbeitskräften relativiert. Daraus sind aber keine gravierenden Änderungen der Ergebnisse der untersuchten Modelle zu erwarten.

Beim Wegfall der Relevanz der Standorte der Arbeitnehmer im Rahmen der NÖG müssen die Arbeitnehmer (oder ein großer Anteil der Arbeitnehmer) bei einem Standortwechsel der Unternehmen diesen nicht mehr folgen. Dies wirkt sich auf den Mechanismus des Modells aus, sodass es möglich wäre, dass sich das Ergebnis des Kern-Peripherie-Musters bei sinkenden Transportkosten nicht mehr einstellt. Eine analytisch-theoretische Untersuchung liegt außerhalb des Umfangs dieser Arbeit und bietet einen Anknüpfungspunkt für die weitere Forschung.

Auch im Rahmen des monozentrischen Stadtmodells hat der Wegfall des Pendelns der Arbeitnehmer enorme Konsequenzen. Demnach entfällt nach dem Modell jeder Grund für die Arbeitnehmer einen Wohnort nahe dem Stadtkern zu wählen. Um von niedrigen Immobilienpreisen zu profitieren würden die Arbeitnehmer einen Standort so weit weg vom Stadtkern wie möglich wählen. Für eine realitätsnahe Betrachtung des Zusammenhangs ist zu berücksichtigen, dass Städte neben Arbeitsplätzen auch andere Annehmlichkeiten bieten können. Der Effekt, dass die Relevanz eines zentrumsnahen Wohnorts bei einer Zunahme der Arbeitnehmer im Home-Office abnimmt, bleibt aber bestehen. Damit würden die von Duranton et al. (2012) und Möller et al. (2018) geschätzten Effekte von Fernstraßeninfrastruktur auf die Beschäftigung abnehmen.

Auch in den immobilienpreisbasierten Ansätzen würde der Rückgang der Relevanz der Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen den Effekt von Fernstraßeninvestitionen auf die Immobilienpreise zumindest teilweise relativieren.

Inwiefern und in welchem Ausmaß die diskutierten Effekte der Verlagerung von Tätigkeiten ins Home-Office tatsächlich auftreten werden, wird in den nächsten Jahren empirisch zu überprüfen sein.

4.2.3 Anwendung der Ergebnisse in der Praxis

Mit den neuen Erkenntnissen stellt sich nun die Frage, wie diese am besten in der Infrastrukturpolitik berücksichtigt werden können und sollten. Die Bewertung von Verkehrsinfrastrukturprojekten im Rahmen der BVWP erfolgt aktuell anhand einer NKA, die durch qualitative Bewertungen von umwelt- und naturschutzfachlichen, raumordnerischen und städtebaulichen Auswirkungen ergänzt wird (Dahl et al. 2016). Auswirkungen auf WEI wie die wirtschaftliche Entwicklung, Immobilienpreise und die Wirtschaftsstruktur, wie sie in dieser Arbeit diskutiert wurden, finden bisher keine Berücksichtigung.

Ansätze zur Quantifizierung einiger Effekte existieren bereits und werden zum Beispiel von Venables (2016) und Rothengatter (2017) diskutiert. Die Quantifizierung dieser Effekte ist jedoch im Rahmen einer NKA oft sehr spekulativ und die komplexen und individuellen Wirkungszusammenhänge können voraussichtlich nur schwer abgebildet werden. Zudem besteht das Problem, Effekte doppelt zu erfassen (Holmgren et al. 2017). Weiterhin können räumliche Umverteilungseffekte und Effekte auf die Wirtschaftsstruktur nicht berücksichtigt werden. Daher ist eine Berücksichtigung im Rahmen einer qualitativen Bewertung vorzuziehen. Diese kann sich an den im vorigen Kapitel 5.1 dargestellten Diskussionspunkten unter Berücksichtigung der individuellen ex ante Wirtschaftsstruktur der Regionen, durch die ein neues Fernstraßenprojekt läuft, orientieren. Bei großen Projekten können zusätzlich dazu verschiedene Simulationsmodelle angewandt werden, wie von Rothengatter (2017) aufgezeigt wird. Die konkrete optimale Berücksichtigung von WEI je nach Anwendungsfall bleibt ein weiteres offenes Forschungsfeld.

Weiterhin gilt anzumerken, dass es unabdingbar ist, dass Fernstraßenprojekte im Einklang mit wirkungsvollen regionalen Entwicklungskonzepten stehen, um negative Effekte wie das Herausbilden eines Kern-Peripherie-Musters zu vermeiden. Politisch ist hier eine engere Zusammenarbeit zwischen der BVWP und den Regionen anzustreben.

Eine offene Frage bleibt weiterhin wie eventuelle Verkehrsinfrastrukturprojekte in strukturschwachen Regionen gegenüber Projekten in strukturstarken Regionen bewertet werden sollten. Diese Frage ist von hoher Bedeutung, da sich in der BVWP ein großer Projektstau ergibt, der von zunehmenden finanziellen Engpässen im Staatshaushalt begleitet wird (Heuser et al. 2016). Von der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ wurde eine Priorisierung der Projekte in strukturschwachen Kohleregionen mit einem „Revierbonus“ vorgeschlagen (BMW i 2019, S. 87 f.). In vielen Projekten der aktuellen BVWP liegt der Fokus dagegen auf dem Ausbau hochbelasteter Knoten und Achsen mit überregionaler Bedeutung, um der hohen Nachfrage gerecht zu werden und damit Engpässe zu beseitigen (Heuser et al. 2016). Wie die diskutierten Modelle der endogenen Wachstumstheorie gezeigt haben, bestehen signifikante Spillover-Effekte von überregionalen Fernstraßenprojekten. Demnach wäre es auch im Hinblick auf die strukturschwachen Regionen abseits der großen Verkehrsachsen und -knoten wichtig, auch diese Projekte nicht zu vernachlässigen. Dies zeigt wiederum, dass rein quantitative Bewertungsmethoden wie NKAs hier an ihre Grenzen kommen. Eine qualitative Bewertung der WEI auf gesamtwirtschaftlicher als auch auf regionaler Ebene, sowohl für Projekte in strukturstarken als auch für Projekte in strukturschwachen Regionen, ist damit von besonderer Wichtigkeit für eine rationale Bewertung der Projekte und die verstärkte Berücksichtigung strukturschwacher Regionen. Letztlich bleibt jedoch zu beachten, dass die tatsächlich umgesetzte Verkehrsinfrastrukturpolitik auch durch eigennützige Interessen von Politikern verzerrt werden kann. Demnach werden häufig prestigeträchtige Projekte bevorzugt und Entscheidungen von Lobbygruppen wie Unternehmensverbänden oder großen Konzernen beeinflusst (Stephan 2007).

5 Zusammenfassung und Ausblick

30 Jahre nach der deutschen Wiedervereinigung bestehen weiterhin deutliche regionale Disparitäten zwischen Ost- und Westdeutschland. Zusätzlich verschärft der Kohleausstieg strukturelle Probleme in den deutschen Kohleregionen. In politischen Handlungskonzepten werden dabei immer auch Investitionen in die Fernstraßeninfrastruktur als eines der anzuwendenden Mittel zur Unterstützung des Strukturwandels genannt.

Ziel dieser Arbeit war es, anhand einer systematischen Literaturanalyse und einer Einordnung der empirischen Studien anhand ihrer theoretischen Grundansätze zu untersuchen, wie sich Fernstraßeninvestitionen auf die wirtschaftliche Entwicklung von strukturschwachen Regionen auswirken und welche ökonomischen Effekte dabei unter welchen Bedingungen eintreten. Anhand der Einordnung dieser Effekte wurde weiterhin diskutiert, inwiefern Fernstraßeninvestitionen eine sinnvolle Maßnahme zur Förderung strukturschwacher Regionen sein können.

Die Ergebnisse dieser Arbeit haben gezeigt, dass auf verschiedenen Betrachtungsebenen verschiedene ökonomische Effekte durch Fernstraßeninvestitionen auftreten. So treten in entwickelten Ländern in der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung eher geringe Effekte auf die Produktivität, besonders im verarbeitenden Gewerbe auf, die sich räumlich über die Zielregion hinaus verteilen. Es stellt sich heraus, dass im Rahmen der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung alternative Investitionsmaßnahmen in Bildung, Forschung und Entwicklung und in die Attraktivität einer Region für Migranten zumindest mittelfristig effizienter zu sein scheinen. Über die langfristigen Effekte besteht noch Unklarheit, was ein Feld für weitere Forschung aufzeigt.

Weiterhin sind positive Effekte auf das Exportvolumen und teilweise Spezialisierungseffekte zu beobachten. Durch eine Vergrößerung des Einzugsbereichs von Städten kann die Beschäftigung in moderatem Umfang gesteigert werden. Zudem besteht jedoch unter gewissen Bedingungen die Gefahr der Konzentration der ökonomischen Aktivität in Ballungsräumen und die Entleerung der ländlichen Räume im Sinne eines Kern-Peripherie-Musters oder aufgrund regionaler Hierarchien.

Um die genannten negativen Effekte zu vermeiden oder zumindest gering zu halten, sollten Fernstraßeninvestitionen wohl überlegt und mit anderen Maßnahmen zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der strukturschwachen Regionen kombiniert werden. Dann sind weitere positive Effekte durch den Fernstraßenbau auf die Ansiedlung neuer Unternehmen möglich, die von Koagglomerationseffekten begleitet werden können. Die positiven Effekte auf die wirtschaftliche Aktivität sind jedoch in der Umgebung großer Städte am größten und nehmen ab, je ländlicher die Region ist, durch die neuen Fernstraßen verlaufen und je weiter man sich von den Fernstraßen

entfernt. Abseits der Fernstraßen sind auch negative Effekte möglich. Auf Unternehmensebene sind Effizienzsteigerungen in der Lagerhaltung möglich und auch die Attraktivität des Wohnumfelds steigt für private Haushalte durch verbesserte Erreichbarkeiten.

Aus den komplexen und teilweise gegensätzlichen Effekten von Fernstraßeninvestitionen auf die regionale wirtschaftliche Entwicklung, folgt, dass Fernstraßeninvestitionen nicht pauschal als Mittel zur Förderung strukturschwacher Regionen angewandt werden können. Viel mehr unterstreichen die Ergebnisse dieser Arbeit, dass eine enge Zusammenarbeit zwischen der Planung der Investitionen in die Fernstraßeninfrastruktur und der Regionalförderung unabdingbar ist. Im Rahmen der BVWP ist demnach zusätzlich zu einer konventionellen NKA eine fachlich begleitete Analyse der zu erwartenden Effekte durchzuführen, die gegebenenfalls durch Simulationsmodelle unterstützt werden kann. Wegen der beobachteten deutlichen Spillover-Effekte über Regionen hinweg gilt dies sowohl für Projekte, die gezielt auf die Förderung strukturschwacher Regionen abzielen als auch für andere Projekte, die zum Beispiel der Engpassbeseitigung entlang von Hauptverkehrsachsen und an zentralen Knoten dienen. Mit welchen konkreten Tools diese Analyse in welchen Fällen am besten unterstützt werden kann, bleibt eine offene Frage für die weitere Forschung.

Eine weitere Forschungsfrage, die sich in Zukunft stellen wird und deren mögliche Auswirkungen im Rahmen dieser Arbeit bereits angeschnitten wurden, ist die Frage, wie sich die voraussichtliche anhaltende Zunahme an Tätigkeiten aus dem Home-Office auf die Wirksamkeit von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen, aber auch auf die wirtschaftliche Entwicklung strukturschwacher Regionen auswirken wird.

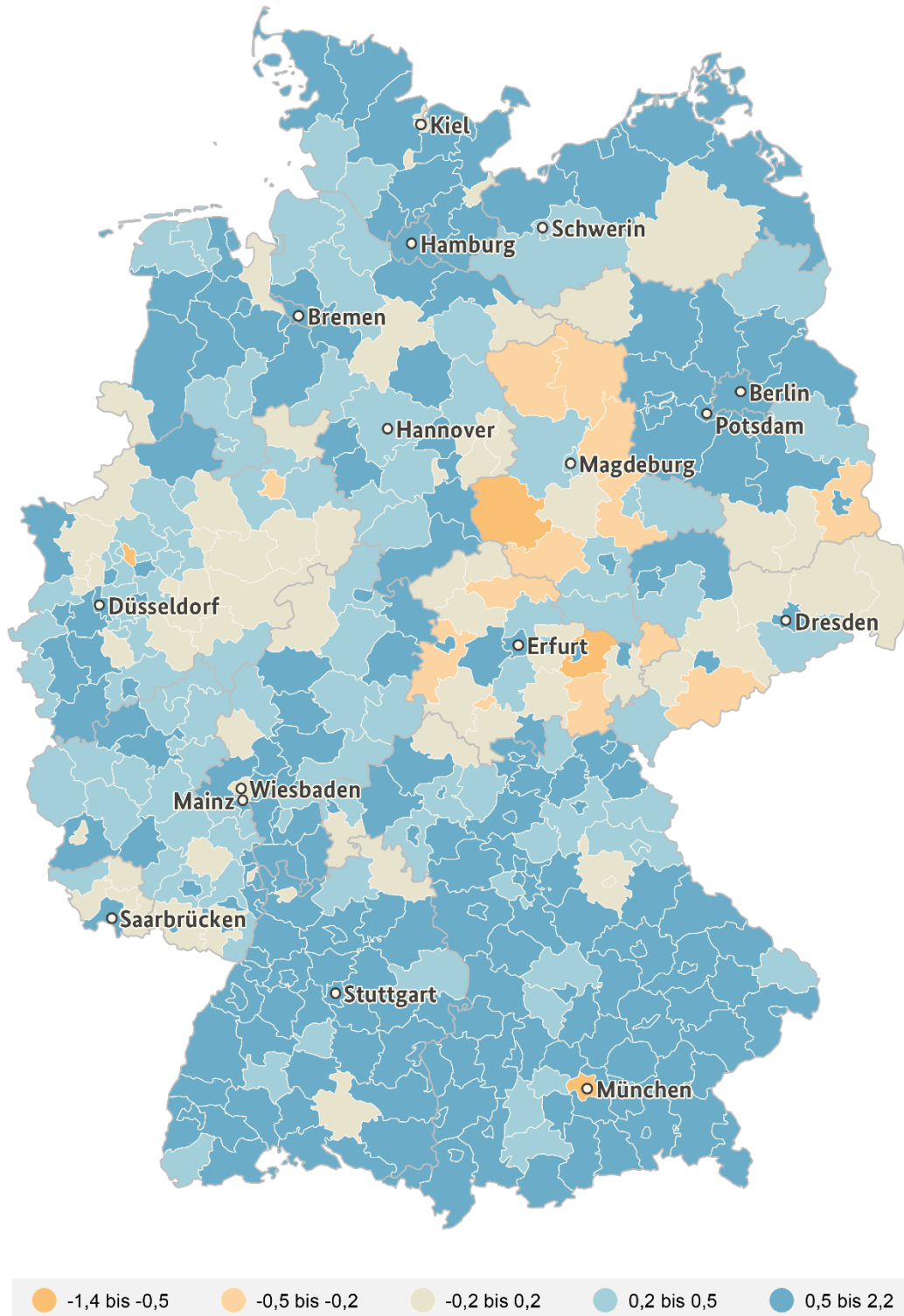
In Anbetracht des anhaltenden Klimawandels und anderer Umwelteffekte gilt es weiterhin zu berücksichtigen, dass Investitionen in die Fernstraßeninfrastruktur andere negative Effekte mit sich bringen. Diese wurden in der bisherigen Erforschung der wirtschaftlichen Effekte von Infrastrukturinvestitionen kaum berücksichtigt, sodass auch hier weiterer Forschungsbedarf besteht (Pereira et al. 2011). Weiterhin gewinnen auch in diesem Zusammenhang nicht-infrastrukturelle Handlungskonzepte zur Verkehrsbeeinflussung immer mehr an Bedeutung (Heuser et al. 2016). Welche konkreten Möglichkeiten hier bestehen und ob diese mit einer Förderung strukturschwacher Regionen verknüpft werden können, bleibt eine weitere offene Frage.

Die vorliegende Arbeit hat sich weiterhin zunächst nur auf Investitionen in Fernstraßen konzentriert. Auch in Anbetracht des Klimawandels rücken Investitionen in die Schieneninfrastruktur stärker in den Blickpunkt der Politik. So hat der Bund im Jahr 2020 das

größte Modernisierungsprogramm für das deutsche Schienennetz ins Leben gerufen (BMVI 2020). Da die Schieneninfrastruktur andere räumliche Wirkungen hat und zum Beispiel Hochgeschwindigkeitsstrecken sich nur auf den Personenverkehr, nicht aber auf den Güterverkehr auswirken, ist zur quantitativen und qualitativen Bewertung dieser Effekte eine gesonderte Analyse nötig. Auch hierzu gibt es bereits zahlreiche Untersuchungen, die es im Zusammenhang zu analysieren gilt (z. B. Ahlfeldt et al. 2018, Cascetta et al. 2020, Qin 2017, Yu et al. 2018). Daraus lässt sich dann weiterhin im Sinne von Gokan et al. (2019) zwischen der Wirkung verminderter Transportkosten für den Güterverkehr und verminderter Kommunikationskosten unterscheiden.

Anhang

A1 Saldo der Binnen- und Außenwanderung nach Landkreisen (2017)



Differenz zwischen Zuzügen und Fortzügen je 100 Einwohner

Abbildung 2: Saldo der Binnen- und Außenwanderung nach Landkreisen (2017)
Quelle: BiB (2021)

Literaturverzeichnis

- Agrawal, A., Galasso, A., & Oettl, A. (2017). Roads and innovation. *Review of Economics and Statistics*, 99(3), 417-434. https://doi.org/10.1162/REST_a_00619
- Ahlfeldt, G. M., & Feddersen, A. (2018). From periphery to core: measuring agglomeration effects using high-speed rail. *Journal of Economic Geography*, 18(2), 355-390. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbx005>
- Alonso, W. (1964). *Location and land use. Toward a general theory of land rent*. Harvard University Press.
- Arrow, K. J. (1971). The economic implications of learning by doing. In F. H. Hahn (Eds.) *Readings in the Theory of Growth* (pp. 131-149). Palgrave Macmillan.
- Aschauer, D. A. (1989). Does public capital crowd out private capital? *Journal of monetary economics*, 24(2), 171-188. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(89\)90002-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(89)90002-0)
- Aubert, S., & Stephan, A. (2000). *Regionale Infrastrukturpolitik und ihre Auswirkung auf die Produktivität: ein Vergleich von Deutschland und Frankreich* (WZB Discussion Paper No. FS IV 00-02). Abteilung Wettbewerbsfähigkeit und industrieller Wandel. <http://hdl.handle.net/10419/51055>
- Bai, C. E., Du, Y., Tao, Z., & Tong, S. Y. (2004). Local protectionism and regional specialization: evidence from China's industries. *Journal of international economics*, 63(2), 397-417. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(03\)00070-9](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(03)00070-9)
- Bailey, M. J., Muth, R. F., & Nourse, H. O. (1963). A regression method for real estate price index construction. *Journal of the American Statistical Association*, 58(304), 933-942. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10480679>
- Barjak, F. (2020). Mikrofundierte makroökonomische Resultate der ostdeutschen Transformationswirtschaft. In Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Halle – IWH (Eds.), *Ostdeutschland. Eine Bilanz*. (pp. 126-145). IWH.
- Barzin, S., D'Costa, S., & Graham, D. J. (2018). A pseudo-panel approach to estimating dynamic effects of road infrastructure on firm performance in a developing country context. *Regional Science and Urban Economics*, 70, 20-34. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2018.02.002>
- Baum-Snow, N., Henderson, J. V., Turner, M. A., Zhang, Q., & Brandt, L. (2020). Does investment in national highways help or hurt hinterland city growth? *Journal of Urban Economics*, 115, 103-124. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2018.05.001>
- Berechman, J. (1995). Transport infrastructure investment and economic development. In D. Banister (Eds.) *Transport and Urban Development* (pp. 17-35). E&F Spon.
- BiB (Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung). (2021). *Wanderungssaldo je 100 Einwohner in Deutschland (Kreisebene), 2017*. <https://www.bib.bund.de/Permalink.html?id=10213500>
- BMI (Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat), BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft), & BMFSFJ (Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend) (2019, Juli). *Unser Plan für Deutschland. Gleichwertige Lebensverhältnisse überall*. <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/heimat-integration/gleichwertige-lebensverhaeltnisse/>
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie). (2019, Januar). *Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“: Abschlussbericht*. Zarbock.

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf>

- BMWi (2020, August). *Jahresbericht der Bundesregierung zum Stand der Deutschen Einheit 2020*. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Neue-Laender/jahresbericht-zum-stand-der-deutschen-einheit-2020.html>
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) (2020, 14. Januar). *Bund und DB unterzeichnen größtes Modernisierungsprogramm für das Schienennetz*. Pressemitteilung. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2020/001-scheuer-starke-schiene-unterzeichnung-lufv.html>
- Boarnet, M. G. (1998). Spillovers and the locational effects of public infrastructure. *Journal of regional science*, 38(3), 381-400. <https://doi.org/10.1111/0022-4146.00099>
- Cascetta, E., Cartenì, A., Henke, I., & Pagliara, F. (2020). Economic growth, transport accessibility and regional equity impacts of high-speed railways in Italy: ten years ex post evaluation and future perspectives. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 139, 412-428. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.07.008>
- Chandra, A., & Thompson, E. (2000). Does public infrastructure affect economic activity?: Evidence from the rural interstate highway system. *Regional Science and Urban Economics*, 30(4), 457-490. [https://doi.org/10.1016/S0166-0462\(00\)00040-5](https://doi.org/10.1016/S0166-0462(00)00040-5)
- Chen, Y., & Rosenthal, S. S. (2008). Local amenities and life-cycle migration: Do people move for jobs or fun? *Journal of Urban Economics*, 64(3), 519-537. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2008.05.005>
- Chen, Z., & Haynes, K. E. (2015). Public surface transportation and regional output: A spatial panel approach. *Papers in Regional Science*, 94(4), 727-751. <https://doi.org/10.1111/pirs.12092>
- Christaller, W. (1933). *Die zentralen Orte in Süddeutschland*. Gustav Fischer.
- Dahl, A., Kindl, A., Walther, C., Paufler-Mann, D., Roos, A., Waßmuth, V., Weinstock, F., Röhling, W., & Mann, H.-U. (2016). *Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030*.
- Cohen, J. P., & Paul, C. J. M. (2004). Public infrastructure investment, interstate spatial spillovers, and manufacturing costs. *Review of Economics and Statistics*, 86(2), 551-560. <https://doi.org/10.1162/003465304323031102>
- Cosci, S., & Mirra, L. (2018). A spatial analysis of growth and convergence in Italian provinces: the role of road infrastructure. *Regional Studies*, 52(4), 516-527. <https://doi.org/10.1080/00343404.2017.1334117>
- Crescenzi, R., & Rodríguez-Pose, A. (2012). Infrastructure and regional growth in the European Union. *Papers in regional science*, 91(3), 487-513. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2012.00439.x>
- Datta, S. (2012). The impact of improved highways on Indian firms. *Journal of Development Economics*, 99(1), 46-57. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2011.08.005>
- Dijkstra, E. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1, 269-271.
- DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), & DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (2020). *Verkehr in Zahlen 2020/21*. Kraftfahrt-Bundesamt. <https://bmvi.de/viz>

-
- Donaldson, D., & Hornbeck, R. (2016). Railroads and American economic growth: A “market access” approach. *Quarterly Journal of Economics*, 131(2), 799-858. <https://doi.org/10.1093/qje/qjw002>
- Duranton, G., & Turner, M. A. (2012). Urban growth and transportation. *Review of Economic Studies*, 79(4), 1407-1440. <https://doi.org/10.1093/restud/rds010>
- Duranton, G., Morrow, P. M., & Turner, M. A. (2014). Roads and Trade: Evidence from the US. *Review of Economic Studies*, 81(2), 681-724. <https://doi.org/10.1093/restud/rdt039>
- Empirica. (2021, Januar). *empirica Miet- und Kaufpreis-Ranking Q4/20*. https://www.empirica-institut.de/fileadmin/Redaktion/Publikationen_Referenzen/PDFs/ZEITREIHE_Q4_2020_Versand.xlsx
- Faber, B. (2014). Trade integration, market size, and industrialization: evidence from China's National Trunk Highway System. *Review of Economic Studies*, 81(3), 1046-1070. <https://doi.org/10.1093/restud/rdu010>
- Farhauer, O., & Kröll, A. (2013). *Standorttheorien. Regional- und Stadtökonomik in Theorie und Praxis*. Springer Gabler.
- Feenstra, R. C. (1992). How costly is protectionism? *Journal of Economic Perspectives*, 6(3), 159-178. <https://doi.org/10.1257/jep.6.3.159>
- Fernald, J. G. (1999). Roads to prosperity? Assessing the link between public capital and productivity. *American economic review*, 89(3), 619-638. <https://doi.org/10.1257/aer.89.3.619>
- Geppert, K., & Stephan, A. (2008). Regional disparities in the European Union: Convergence and agglomeration. *Papers in Regional Science*, 87(2), 193-217. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2007.00161.x>
- Ghani, E., Goswami, A. G., & Kerr, W. R. (2016). Highway to success: The impact of the Golden Quadrilateral project for the location and performance of Indian manufacturing. *The Economic Journal*, 126(591), 317-357. <https://doi.org/10.1111/ecoj.12207>
- Gibbons, S., Lyytikäinen, T., Overman, H. G., & Sanchis-Guarner, R. (2019). New road infrastructure: the effects on firms. *Journal of Urban Economics*, 110, 35-50. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2019.01.002>
- Glaeser, E. L., Kallal, H. D., Scheinkman, J. A., & Shleifer, A. (1992). Growth in cities. *Journal of political economy*, 100(6), 1126-1152. <https://doi.org/10.1086/261856>
- Glaeser, E. L., Kolko, J., & Saiz, A. (2001). Consumer city. *Journal of economic geography*, 1(1), 27-50. <https://doi.org/10.1093/jeg/1.1.27>
- Gokan, T., Kichko, S., & Thisse, J. F. (2019). How do trade and communication costs shape the spatial organization of firms? *Journal of Urban Economics*, 113, 103-191. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2019.103191>
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). *Innovation and growth in the global economy*. MIT press.
- Hans-Böckler-Stiftung. (2020, Oktober). Homeoffice: Besser klar geregelt. *Böckler Impuls* 15. 2. https://www.boeckler.de/pdf/impuls_2020_15_gesamt.pdf
- Harris, C. D. (1954). The market as a factor in the localization of industry in the United States. *Annals of the association of American geographers*, 44(4), 315-348. <https://doi.org/10.1080/00045605409352140>

-
- Helpman, E. (1998). The size of regions. In D. Pines, E. Sadka, & I. Zilcha (Eds.), *Topics in public economics. Theoretical and applied analysis* (pp. 33-53). Cambridge University Press.
- Heuser, T., & Reh, W. (2016). Die Bundesverkehrswegeplanung: Anforderungen an die zukünftige Verkehrsinfrastrukturpolitik des Bundes. In O. Schwedes, W. Canzler, & A. Knie (Eds.), *Handbuch Verkehrspolitik* (pp. 237-264). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-04693-4_13
- Hohmann, M. (2021, Januar). *Anteile der Wirtschaftsbereiche an der Bruttowertschöpfung in Deutschland im Jahr 2019*. Statista, VCI.
- Holl, A. (2004a). Manufacturing location and impacts of road transport infrastructure: empirical evidence from Spain. *Regional Science and Urban Economics*, 34(3), 341-363. [https://doi.org/10.1016/S0166-0462\(03\)00059-0](https://doi.org/10.1016/S0166-0462(03)00059-0)
- Holl, A. (2004b). Start-ups and relocations: Manufacturing plant location in Portugal. *Papers in Regional Science*, 83(4), 649-668. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.2004.tb01932.x>
- Holl, A. (2012). Market potential and firm-level productivity in Spain. *Journal of Economic Geography*, 12(6), 1191-1215. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbr030>
- Holl, A. (2016). Highways and productivity in manufacturing firms. *Journal of Urban Economics*, 93, 131-151. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2016.04.002>
- Holmgren, J., & Merkel, A. (2017). Much ado about nothing? – A meta-analysis of the relationship between infrastructure and economic growth. *Research in Transportation Economics*, 63, 13-26. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2017.05.001>
- Holtz-Eakin, D., & Schwartz, A. E. (1995). Spatial productivity spillovers from public infrastructure: Evidence from state highways. *International Tax and Public Finance*, 2(3), 459-468. <https://doi.org/10.1007/BF00872777>
- Hoogendoorn, S., van Gemeren, J., Verstraten, P., & Folmer, K. (2019). House prices and accessibility: evidence from a quasi-experiment in transport infrastructure. *Journal of Economic Geography*, 19(1), 57-87. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbx027>
- Hotelling, H. (1929). Stability in competition. *Economic Journal*, 39(153), 41–57.
- Hulten, C. R., & Schwab, R. M. (1991). Public capital formation and the growth of regional manufacturing industries. *National Tax Journal*, 44(4), 121-134. <https://www.jstor.org/stable/41788927>
- IWH (Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Halle). (2019). *Vereintes Land – drei Jahrzehnte nach dem Mauerfall*. <https://www.iwh-halle.de/publikationen/detail/Publication/vereintes-land-drei-jahrzehnte-nach-dem-mauerfall/>
- Jaworski, T., & Kitchens, C. T. (2019). National policy for regional development: Historical evidence from Appalachian highways. *Review of Economics and Statistics*, 101(5), 777-790. https://doi.org/10.1162/rest_a_00808
- Klodt, H. (1992). Theorie der strategischen Handelspolitik und neue Wachstumstheorie als Grundlage für eine Industrie und Technologiepolitik? In F. Meyer-Krahmer (Eds.), *Innovationsökonomie und Technologiepolitik* (pp. 196-230). Physica.
- Krieger-Boden, C. (1995). Die räumliche Dimension in der Wirtschaftstheorie: ältere und neuere Erklärungsansätze. Kieler Sonderpublikationen.
- Krugman, P. (1980). Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade. *American Economic Review*, 70(5), 950-959. <https://www.jstor.org/stable/1805774>

-
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of political economy*, 99(3), 483-499. <https://doi.org/10.1086/261763>
- Krugman, P., & Venables, A. J. (1995). Globalization and the Inequality of Nations. *Quarterly journal of economics*, 110(4), 857-880. <https://doi.org/10.2307/2946642>
- Kruskal, J. (1956). On the shortest spanning subtree of a graph and the traveling salesman problem. *Proceedings of the American Mathematical Society*, 7, 48-50. <https://doi.org/10.2307/2033241>
- Levkovich, O., Rouwendal, J., & Van Marwijk, R. (2016). The effects of highway development on housing prices. *Transportation*, 43(2), 379-405. <https://doi.org/10.1007>
- Li, H., & Li, Z. (2013). Road investments and inventory reduction: Firm level evidence from China. *Journal of Urban Economics*, 76, 43-52. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2013.02.002>
- Ludwig, U. (2020). Mikrofundierte makroökonomische Resultate der ostdeutschen Transformationswirtschaft. In Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Halle – IWH (Eds.), *Ostdeutschland. Eine Bilanz*. (pp. 15-33). IWH.
- Marshall, A. (1890). *Principles of economics*. Cosimo.
- Martín-Barroso, D., Núñez-Serrano, J. A., & Velázquez, F. J. (2015). The effect of accessibility on productivity in Spanish manufacturing firms. *Journal of Regional Science*, 55(5), 708-735. <https://doi.org/10.1111/jors.12200>
- Melo, P. C., Graham, D. J., & Brage-Ardao, R. (2013). The productivity of transport infrastructure investment: A meta-analysis of empirical evidence. *Regional science and urban economics*, 43(5), 695-706. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2013.05.002>
- Mertens, M., & Müller, S. (2020). *The East-West German gap in revenue productivity: Just a tale of output prices?* (IWH Discussion Papers No. 14/2020). Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Halle. <http://hdl.handle.net/10419/223030>
- Michaels, G. (2008). The effect of trade on the demand for skill: Evidence from the interstate highway system. *Review of Economics and Statistics*, 90(4), 683-701. <https://doi.org/10.1162/rest.90.4.683>
- Mills, E. S. (1967). An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area. *American Economic Review*, 57(2), 197-210. <https://www.jstor.org/stable/1821621>
- Möller, J., & Zierer, M. (2018). Autobahns and jobs: A regional study using historical instrumental variables. *Journal of Urban Economics*, 103, 18-33. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2017.10.002>
- Montolio, D., & Solé-Ollé, A. (2009). Road investment and regional productivity growth: the effects of vehicle intensity and congestion. *Papers in Regional Science*, 88(1), 99-118. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2008.00167.x>
- Müller, S., Dettmann, E., Fackler, D., Neuschäffer, G., Slavtchev, V., Leber, U., & Schwengler, B. (2017). *Produktivitätsunterschiede zwischen West-und Ostdeutschland und mögliche Erklärungsfaktoren: Ergebnisse aus dem IAB-Betriebspanel 2016*. (IAB-Forschungsbericht No. 16/2017). Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. <http://hdl.handle.net/10419/182172>
- Müller, S., Dettmann, E., Fackler, D., Neuschäffer, G., Slavtchev, V., Leber, U., & Schwengler, B. (2018). *Lohnunterschiede zwischen Betrieben in Ost-und Westdeutschland: Ausmaß und mögliche Erklärungsfaktoren. Ergebnisse aus dem IAB-Betriebspanel 2017*. (IAB-

-
- Forschungsbericht No. 6/2018). Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. <http://hdl.handle.net/10419/204762>
- Müller, S., & Neuschäffer, G. (2019). Ostdeutscher Produktivitätsrückstand und Betriebsgröße. *Wirtschaft im Wandel*, 25(3), 53-56. <http://hdl.handle.net/10419/210461>
- Muth, R. F. (1969). *Cities and housing. The spatial patten of urban residential land use*. University of Chicago Press.
- Percoco, M. (2016). Highways, local economic structure and urban development. *Journal of Economic Geography*, 16(5), 1035-1054. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbv031>
- Pereira, A. M., & Andraz, J. M. (2004). Public highway spending and state spillovers in the USA. *Applied Economics Letters*, 11(12), 785-788. <https://doi.org/10.1080/1350485042000254593>
- Pereira, A. M., & Andraz, J. M. (2011). On the economic and fiscal effects of investments in road infrastructures in Portugal. *International Economic Journal*, 25(3), 465-492. <https://doi.org/10.1080/10168737.2011.607256>
- Pereira, A. M., & Andraz, J. M. (2012a). On the economic and budgetary effects of investments in SCUTS: the Portuguese toll-free highways. *The Annals of regional science*, 48(1), 321-338. <https://doi.org/10.1007/s00168-010-0404-6>
- Pereira, A. M., & Andraz, J. M. (2012b). On the regional incidence of highway investments in the USA. *The annals of regional science*, 48(3), 819-838. <https://doi.org/10.1007/s00168-010-0409-1>
- Pereira, A. M., & Andraz, J. M. (2013). On the economic effects of public infrastructure investment: A survey of the international evidence. *Journal of Economic Development*, 38(4), 1-37. <http://hdl.handle.net/10400.1/4226>
- Puga, D. (1999). The rise and fall of regional inequalities. *European economic review*, 43(2), 303-334. [https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(98\)00061-0](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(98)00061-0)
- Qin, Y. (2017). 'No county left behind?' The distributional impact of high-speed rail upgrades in China. *Journal of Economic Geography*, 17(3), 489-520. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbw013>
- Rephann, T., & Isserman, A. (1994). New highways as economic development tools: An evaluation using quasi-experimental matching methods. *Regional Science and Urban Economics*, 24(6), 723-751. [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(94\)90009-4](https://doi.org/10.1016/0166-0462(94)90009-4)
- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of political economy*, 94(5), 1002-1037. <https://doi.org/10.1086/261420>
- Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of political economy*, 82(1), 34-55. <https://doi.org/10.1086/260169>
- Rothengatter, W. (2017). Wider economic impacts of transport infrastructure investments: Relevant or negligible? *Transport Policy*, 59, 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.07.011>
- Sander, N. (2014). Internal migration in Germany, 1995-2010: New insights into east-west migration and re-urbanisation. *Comparative Population Studies*, 39(2). <https://doi.org/10.12765/CPoS-2014-04en>
- Seibring, A. (2019). Editorial. *Aus Politik und Zeitgeschichte*, 69(46), 3. <https://www.bpb.de/apuz/300047/editorial>

-
- Shatz, H. J., Kitchens, K. E., & Rosenbloom, S. (2011). *Highway infrastructure and the economy: implications for federal policy*. Rand Corporation.
- Shirley, C., & Winston, C. (2004). Firm inventory behavior and the returns from highway infrastructure investments. *Journal of Urban Economics*, 55(2), 398-415. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2003.11.001>
- Stephan, A. (2007). Zur Politischen Ökonomie öffentlicher Infrastrukturausgaben. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 8(Special Issue), 116-132. <https://doi.org/10.1111/1468-2516.00245>
- Tatom, J. A. (1991). Public capital and private sector performance. *Review*, 73(3), 3-15. <https://doi.org/10.20955/r.73.3-15>
- Tyworth, J. E., & Zeng, A. Z. (1998). Estimating the effects of carrier transit-time performance on logistics cost and service. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 32(2), 89-97. [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(97\)00020-7](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(97)00020-7)
- Venables, A. J. (1996). Equilibrium Locations of Vertically Linked Industries. *International Economic Review* 37, 341–359. <https://doi.org/10.2307/2527327>
- Venables, A. J. (2016). *Incorporating wider economic impacts within cost-benefit appraisal* (ITF Discussion Paper 2016-05). International Transport Forum. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/incorporating-wider-economic-impacts-cba.pdf>
- Volpe Martincus, C., Carballo, J., & Cusolito, A. (2017). Roads, exports and employment: Evidence from a developing country. *Journal of Development Economics*, 125, 21-39. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2016.10.002>
- Von Thünen, J. H. (1842). *Der isolirte staat in beziehung auf landwirthschaft und nationalökonomie*. GB Leopold.
- Weber, A. (1909). *Über den Standort der Industrien. Erster Teil. Reine Theorie des Standorts*. Mohr.
- Weidenbach, B. (2021, Januar). *Anteil der Wirtschaftsbereiche an der Gesamtbeschäftigung in Deutschland 1950-2020*. Statista.
- Yu, F., Lin, F., Tang, Y., & Zhong, C. (2019). High-speed railway to success? The effects of high-speed rail connection on regional economic development in China. *Journal of Regional Science*, 59(4), 723-742. <https://doi.org/10.1111/jors.12420>
- ZEW (Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung). (2020, August). *Homeoffice: Langfristige Erwartungen und kurzfristige Investitionen*. <https://www.zew.de/presse/pressearchiv/unternehmen-wollen-auch-nach-der-krise-an-homeoffice-festhalten>
- Zierer, M. (2015). *Wechselwirkungen zwischen Verkehrsinfrastruktur und Wirtschaftswachstum – Eine theoretische Untersuchung und empirische Analyse für Deutschland* (Dissertation, Wirtschaftswissenschaft). <https://epub.uni-regensburg.de/33053/>

Anlage: Tabellarische Übersicht der Literatur

Zu Kapitel 3.1.1: Übersicht der Studien zur endogenen Wachstumstheorie ohne interregionale Spillover-Effekte

Autor (Jahr)	Veröffentlichung	Land	räumliche Betrachtungsebene	Untersuchungszeitraum	Theoretischer Grundansatz	erklärende Variable für Infrastruktur	erklärte Variable	Schätzmethode	Ergebnis	Implikationen für Handlungsempfehlungen
Agrawal et al. (2017)	Review of Economics and Statistics	USA	MSA	1983-1988 (1988-93, 1993-98, 1998-2003)	überregionaler Wissensaustausch	Fernstraßen-km	Anzahl Patente	IV-Schätzung	- Erhöhung der Fernstraßen-km um 10% erhöht die Anzahl an Patenten um 1,7% in einem 5-Jahres-Zeitraum - hohe Relevanz des Effekts in Wirtschaftszweigen mit schnellen technischem Fortschritt, bei Anwesenheit von "star inventors" und in dünner besiedelten Regionen - geringere Relevanz des Effekts bei großen Unternehmen	Vernetzung wirtschaftsschwacher Regionen mit Wissenschaftsstandorten kann eine sinnvolle Fördermöglichkeit sein.
Barzin et al. (2018)	Regional Science and Urban Economics	Kolumbien	national	2000-2009	Produktionsfunktionsansatz mit Fernstraßenkapital als Produktionsfaktor	Fernstraßen-km	Output des verarbeitenden Gewerbes	OLS, Fixe Effekte, Differenzen- und System-GMM-Schätzung	- Erweiterung der Fernstraßen-km um 10% erhöht die Menge des Outputs im verarbeitenden Gewerbe um 1,3 bis 1,5% im 1-Jahres-Zeitraum mit stärkeren Effekten in der Schwerindustrie (3,5-3,6%) - mit geringer statistischer Signifikanz stärkerer Effekt in wirtschaftlich stärkeren Regionen aufzutreten.	Eventuell Verbesserung der Anbindung des verarbeitenden Gewerbes und insbesondere der Schwerindustrie stärker berücksichtigen
Holl (2012)	Journal of Economic Geography	Spanien	Kommune	1991-2005	Produktionsfunktionsansatz mit Fernstraßenkapital als Technologie	Marktpotential (gewichtet nach Bevölkerungszahl)	Output des verarbeitenden Gewerbes	GMM, versch. IV	- Erhöhung des Marktpotentials um 1% bewirkt eine Erhöhung der Produktivität um 0,02-0,1% im verarbeitenden Gewerbe	Eine Verbesserung der Straßeninfrastruktur für Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes kann die Produktivität erhöhen. Solche Effekte sind neben traditionellen Kosten-Nutzen-Analysen zu berücksichtigen.
Holl (2016)	Journal of Urban Economics	Spanien	Unternehmens-ebene	1997-2007	Produktionsfunktionsansatz mit Fernstraßenkapital als Technologie	Erreichbarkeit der nächsten Fernstraße	Output des Unternehmens	TSLs-Schätzung mit Paneldaten und IV	- keine Auswirkung der Erreichbarkeit der nächsten Fernstraße auf die TFP im verarbeitenden Gewerbe insgesamt in ländlichen Regionen (im Gegensatz zu urbanen und suburbanen Regionen) - positiver Effekt auf TFP in ländlichen Regionen in einzelnen Wirtschaftszweigen mit geringeren Wert-zu-Gewicht-Verhältnissen und geringer Wertschöpfung je Produktionseinheit - nur etwa 1% der Unternehmen in ländlichen Regionen vollziehen im Betrachtungszeitraum einen Standortwechsel in den Einzugsbereich der Fernstraßen - Standortwechsel in ländlichen Regionen aufgrund verbesserter Fernstraßeninfrastruktur über große Distanzen überwiegend von kleineren, etablierten Unternehmen und Unternehmen mit geringerer TFP	Nur für das verarbeitende Gewerbe mit geringen Wert-zu-Gewicht-Verhältnissen lässt sich in ländlichen Gebieten ein positiver Einfluss von Fernstraßen auf die Produktivität feststellen.
Ghani et al. (2016)	The Economic Journal	Indien	Distrikt	1999-2010	Produktionsfunktionsansatz mit Fernstraßenkapital als Technologie	Dummy-Variable zur Angabe ob ein Highway innerhalb von 10 oder 10-50 oder >50 km Entfernung eröffnet	Anzahl Unternehmen, Beschäftigung, Output, Arbeitsproduktivität, TFP, Löhne, Arbeitskosten	IV-Schätzung	- Districts im Umkreis von 0-10 km der ausgebauten Fernstraße erfahren einen Wachstum des Outputs des verarbeitenden Gewerbes um 49% innerhalb des Jahrzehnts ab Beginn der Bauarbeiten - bedeutender Teil des Wachstums auf Markteintritte junger Unternehmen mit land- und gebäudeintensiver Produktion zurückzuführen - wachsender Output, zunehmende Standortgröße und leicht erhöhte Überlebenschancen für bestehende Unternehmen. - nach Ablauf des Betrachtungszeitraums keine weiteren signifikanten Wachstumseffekte zu erwarten	Besondere Berücksichtigung land- und gebäudeintensiver Produktion. In Kombination mit der Förderung von Markteintritten junger Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes könnte eine verstärkte Fernstraßenbaupolitik sinnvoll sein.
Martín-Barroso et al. (2015)	Journal of Regional Science	Spanien	Kommune	2009	Produktionsfunktionsansatz mit Fernstraßenkapital als Technologie	Erreichbarkeitsmaß für Güter und Arbeitskräfte	Output des verarbeitenden Gewerbes	Zweistufige Regressionsanalyse mit Paneldaten und festen Effekten, IV	- Verbesserung der Erreichbarkeit von Gütern um 10% erhöht den Output eines Unternehmens im verarbeitenden Gewerbe um etwa 1,4% - Verbesserung der Erreichbarkeit von Arbeitskräften um 10% erhöht den Output um etwa 0,2-0,6%	Entwicklung von Straßennetzen an Verbindung von abhängigen Unternehmen untereinander und Unternehmen und Arbeitskräften ausrichten.
Montolio et al. (2009)	Papers in Regional Science	Spanien	NUTS-3 (Provinzen)	1984-1994	Produktionsfunktionsansatz mit Fernstraßenkapital als Technologie	Investitionen in Straßenkapital	TFP	OLS, IV und Paneldaten festen Effekten und mit zufälligen Effekten	- Erhöhung der Straßeninvestitionen um 10% bewirkt eine Erhöhung der TFP um 2,5% - Effekt abhängig von Nutzungsintensität der Infrastruktur - negativer Einfluss von Stauwirkungen auf TFP	Fahrzeugintensivität der lokalen Unternehmensstruktur berücksichtigen.

Zu Kapitel 3.1.3: Übersicht der Studien zur endogenen Wachstumstheorie ohne interregionale Spillover-Effekte

Autor (Jahr)	Veröffentlichung	Land	räumliche Betrachtungsebene	Untersuchungszeitraum	Theoretischer Grundansatz	erklärende Variable für Infrastruktur	erklärte Variable	Schätzmethode	Ergebnis	Implikationen für Handlungsempfehlungen
Boarnet (1998)	Journal of Regional Science	USA (CA)	County	1969-1988	Produktionsfunktionsansatz mit öffentlichem Infrastrukturkapital in eigener und benachbarter Region als Produktionsfaktoren	Straßenkapital in eigener und benachbarter Region	Output eines Countys	GLS-Schätzung, interne IV-Schätzung	- Erhöhung des Straßenkapitals in einem County erhöht den Output in diesem County während der Output in Countys mit ähnlicher Bevölkerungsdichte, ähnlichem Einkommen und Beschäftigungsanteilen im FIRE-Sektor sinkt	Umverteilungseffekte auf Kreisebene berücksichtigen
Cohen et al. (2004)	Review of Economics and Statistics	USA	Bundesstaat	1982-1996	Kostenfunktionsansatz mit Ausstrahlungseffekten	Fernstraßenkapital in eigener und benachbarter Region	Produktionskosten eines Bundesstaats	Zweistufige ML-Schätzung, GMM, interne IV-Schätzung	- positive räumliche Ausstrahlungseffekte und Skaleneffekte sind vorhanden und nehmen mit der Zeit zu - Verstärkung von Effekten der Infrastruktur innerhalb einzelner Bundesstaaten durch Effekte zwischen den Bundesstaaten - Stimulation von privaten Investitionen und Beschäftigungszuwächsen durch Kostensenkungen im produzierenden Gewerbe - Substitutionseffekt zwischen der öffentlichen Investition und privaten Investitionen in der kurzen Frist größtenteils basierend auf Kosteneinsparungen in der Materialbeschaffung - Stärkere Effekte der überbundesstaatlichen und auch der innerbundesstaatlichen Highway-Infrastruktur in dünner besiedelten Bundesstaaten	Fernstraßen können durch Kosteneinsparungen Investitionen und positive Beschäftigungseffekte im verarbeitenden Gewerbe auslösen, besonders in Gebieten mit niedrigerer Bevölkerungsdichte.
Crescenzi et al. (2012)	Papers in Regional Science	EU	NUTS1/NUTS2-Regionen	1990-2004	Produktionsfunktionsansatz mit öffentlichem Infrastrukturkapital in eigener und benachbarter Region als Produktionsfaktoren	Fernstraßen-km/Kopf in eigener und benachbarter Region, Forschungsausgaben in eigener und benachbarter	BIP	two-way fixed-effect, GMM mit Paneldaten	- Einfluss der Infrastrukturausstattung sowohl der eigenen als auch der benachbarten Region auf das Wirtschaftswachstum nur unter gewissen Bedingungen (z.B. Engpassbeseitigung) - bedeutenderer Einfluss von sozioökonomischen Bedingungen (Bildungsniveau und Beschäftigungsstruktur), Innovationspotential und Anziehungskraft der Region für Migranten	Alternative Ansätze zur Verbesserung sozioökonomischer Bedingungen, Innovationspotential und Attraktivität der Region erwägen.
Holtz-Eakin et al. (1995)	International Tax and Public Finance	USA	Bundesstaat	1975-1986	Produktionsfunktionsansatz mit öffentlichem Infrastrukturkapital in eigener und benachbarter Region als Produktionsfaktoren	privater Kapitalstock, Arbeitseinsatz, Fernstraßenkapital in eigener und benachbarter Region	Output des Bundesstaats	ML-Schätzung mit Vektor-Autoregression	- keine Ausstrahlungseffekte des Fernstraßenkapitals über Bundesstaaten hinweg	-
Pereira et al. (2004)	Applied Economics Letters	USA	Bundesstaat	1977-1999	Produktionsfunktionsansatz mit öffentlichem Infrastrukturkapital in eigener und benachbarter Region als Produktionsfaktoren	Fernstraßen-investitionen	Output	Vektorautoregressives Modell	- Nur 20% der Effekte auf den Output eines Bundesstaats durch Investitionen in Highways werden durch die Investitionen dieses Bundesstaats erklärt. 80% der Effekte entstehen durch Investitionen anderer Bundesstaaten in Highways.	Insgesamt spielt die Fernstraßeninfrastruktur einer Region eine untergeordnete Rolle gegenüber der gesamten Fernstraßeninfrastruktur des Landes.
Pereira et al. (2011)	International Economic Journal	Portugal	Regionen (NUTS2)	1980-1998	Produktionsfunktionsansatz mit öffentlichem Infrastrukturkapital in eigener und benachbarter Region als Produktionsfaktoren	Straßen-investitionen	Private Investitionen, Beschäftigung, Output	Vektorautoregressives Modell	- Stärkste positive Ausstrahlungseffekte auf die Landeshauptstadt Lissabon, obwohl dort keine Investitionen getätigt werden - geringste Ausstrahlungseffekte auf am dünnsten besiedelte Region Alentejo - negative Effekte auf Investitionen, Output und Beschäftigung der Investitionen in Alentejo auf die Region selbst	Ausstrahlungseffekte könnten sich am stärksten auf Großstädte auswirken und nur in geringem Umfang auf dünn besiedelte Regionen. Investitionen in dünn besiedelten Regionen können sich negativ auf die wirtschaftliche Entwicklung der Region auswirken.
Pereira et al. (2012a)	Annals of Regional Science	Portugal	Regionen (NUTS2)	1980-1998	Produktionsfunktionsansatz mit öffentlichem Infrastrukturkapital in eigener und benachbarter Region als Produktionsfaktoren	Straßen-investitionen	Private Investitionen, Beschäftigung, Output	Vektorautoregressives Modell	- Effekte von Investitionen in die Straßeninfrastruktur einer Region verteilen sich zu etwa drei Viertel auf private Investitionen, Beschäftigung und Output in anderen Regionen aus und zu einem Viertel auf die Region, in der die Investition getätigt wird. - siehe Pereira et al. (2011)	siehe Pereira (2004, 2011)
Pereira et al. (2012b)	Annals of Regional Science	USA	Bundesstaat	1977-1999	Produktionsfunktionsansatz mit öffentlichem Infrastrukturkapital in eigener und benachbarter Region als Produktionsfaktoren	Straßen-investitionen	Private Investitionen, Beschäftigung, Output	Vektorautoregressives Modell	- Effekte von Investitionen in die Fernstraßeninfrastruktur eines Bundesstaats verteilen sich zu mindestens 80% auf private Investitionen, Beschäftigung und Output in anderen Bundesstaaten aus und zu 20% auf die Region, in der die Investition getätigt wird. - vermutlich aufgrund stärkerer wirtschaftlicher Verflechtungen bedeutende Ausstrahlungseffekte in den westlichen Bundesstaaten und in Staaten entlang des Korridors von den Great Lakes zur Golfküste und in etwas geringerem Ausmaß entlang der Ostküste	Bei einer Unterstützung wirtschaftlicher Verflechtungen durch die Fernstraßeninfrastruktur zwischen Regionen können höhere Ausstrahlungseffekte genutzt werden.

Zu Kapitel 3.2: Übersicht der Studien zur Handelstheorie

Autor (Jahr)	Veröffentlichung	Land	räumliche Betrachtungsebene	Untersuchungszeitraum	Theoretischer Grundansatz	erklärende Variable für Infrastruktur	erklärte Variable	Schätzmethode	Ergebnis	Implikationen für Handlungsempfehlungen
Jaworski et al. (2019)	Review of Economics and Statistics	USA	County	1960, 1985, 2010	Marktpotentialansatz nach Donaldson et al. (2016)	Marktpotential	Gesamteinkommen	IV-Schätzung mit festen Effekten	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhung des Marktpotenzials um 1 % ergibt eine Erhöhung des Einkommens um 1,0-1,5% - Ohne Berücksichtigung von (möglicherweise endogenen) Marktgrößen und Countys im gleichen Bundesstaat beträgt der Effekt nur etwa 0,6-0,7% - Ohne den Aufbau des ADHS würde das Nationaleinkommen um 0,4% geringer ausfallen. - Etwa die Hälfte des zusätzlichen Einkommens verteilt sich auf Countys außerhalb des Projektgebiets - Aufbau des ADHS gleicht 11% des Rückgangs des Anteils der Appalachen am Nationaleinkommen innerhalb von fünf Jahrzehnten aus - keine herausragende Trendwenden - Verbindung von und mit wirtschaftsstarken Regionen und Städten scheint effektiver als Verbindungen innerhalb wirtschaftsschwacher Regionen. 	Verbindungen mit wirtschaftsstarken Regionen anstreben.
Volpe Martincus et al. (2017)	Journal of Development Economics	Peru	Unternehmens-ebene	2003-2010	Marktpotentialansatz nach Donaldson et al. (2016)	Dummy-Variablen (Verkürzung der Transportwege)	Exporte	Differenz-von-Differenzen-Ansatz mit IV	<ul style="list-style-type: none"> - Verringerung der Transportdistanz zum nächsten hauptsächlich genutzten Hafen (Flughafen, Seehafen oder Landesgrenze) um 10% erhöht den Gesamtwert der Exporte um etwa 12% im 7-Jahres-Zeitraum - Anstieg des Gesamtwerts der Exporte lässt sich mit gestiegenen Exportvolumina und größeren Ladungsmengen erklären - Anstieg der Exporte um 10% durch die Verbesserung der Straßeninfrastruktur erhöht die Wachstumsrate der Beschäftigung um 3% - Effekte lassen sich nicht durch neue Unternehmensgründungen erklären 	Die Verbesserung der Anbindung von exportorientierten Unternehmen an Seehäfen, Flughäfen oder Landesgrenzen kann eine sinnvolle Politik zur Erhöhung der wirtschaftlichen Aktivität und der Beschäftigung sein.
Michaels (2008)	Review of Economics and Statistics	USA	County	1959-1975	Handelstheorie (Heckscher-Ohlin-Modell)	Bau eines Highways durch einen ländlichen Highways (zeitabhängige Dummy-Variablen)	Umsatz von Fuhrunternehmen und des Einzelhandels / Verhältnis der Lohnkosten von Nicht-Produktionsmitarbeitern zu Lohnkosten der Produktionsmitarbeiter / Anteil der Beschäftigten im verarbeitenden Gewerbe in jedem Wirtschaftszweig	Regressionsanalysen mit festen Effekten und IV	<ul style="list-style-type: none"> - Zuwachs des Umsatzes von Fuhrunternehmen und des Einzelhandels um 7-10% in Countys mit Interstate Highways - Spezialisierung der Countys in Produktionsfaktoren "Arbeitskräfte mit hohem Bildungsniveau" und "Arbeitskräfte mit niedrigem Bildungsniveau" - Erhöhung des Anteils des Handels am BIP um 1% erhöht den Anteil der Lohnkosten von Nicht-Produktionsmitarbeitern zu den Lohnkosten von Produktionsmitarbeitern um 1%, wenn das Bildungsniveau eine Standardabweichung über dem Durchschnitt liegt - Keine Verlagerung der Beschäftigung von wissensintensiven Industrien in weniger wissensintensive Industrien oder umgekehrt, keine Erhöhung des Pendleraufkommens 	Je nach Bildungsniveau der Arbeitskräfte wirken sich Investitionen in die Fernstraßeninfrastruktur positiv oder negativ auf die Lohnungleichheit aus.

Zu Kapitel 3.3: Übersicht der Studien zur Stadtökonomie

Autor (Jahr)	Veröffentlichung	Land	räumliche Betrachtungsebene	Untersuchungszeitraum	Theoretischer Grundansatz	erklärende Variable für Infrastruktur	erklärte Variable	Schätzmethode	Ergebnis	Implikationen für Handlungsempfehlungen
Duranton et al. (2012)	Review of Economic Studies	USA	MSA	1983-2003	monozentrisches Modell	Fernstraßen-km	Beschäftigung	IV-Schätzung	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhung der Beschäftigung eines MSA um 1-5% bei Zuwachs des Fernstraßennetzes des MSA um 10% im 20-Jahres-Zeitraum - geringe Beschäftigungszuwächse und negativer Kapitalwert unabhängig von der Ausbaupolitik - sehr geringe Auswirkungen auf die Bodenpreise und Reisekosten 	Positive Auswirkungen auf die Beschäftigung durch eine Verbesserung der Anbindung ländlicher Regionen an Städte sind vorhanden aber zu klein, um den Bau von Fernstraßen zu rechtfertigen.
Möller et al. (2018)	Journal of Urban Economics	Deutschland	NUTS3 (Landkreise) / Arbeitsmarktregionen	1994-2008	monozentrisches Modell	Autobahn-km	Beschäftigung / Löhne	OLS, TSLS, GMM, LIML und IV	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhung der Autobahnlänge um eine Standardabweichung zwischen 1937 und 1994 führt zu einem regionalen Beschäftigungswachstum um 2,7-3,4% und einen regionalen Lohnanstieg um 3,0-3,7% von 1994 bis 2008. 	Positive Auswirkungen auf die Beschäftigung durch eine Verbesserung der Anbindung ländlicher Regionen an Städte sind vorhanden aber zu klein, um den Bau von Fernstraßen zu rechtfertigen.

Zu Kapitel 3.4: Übersicht der Studien zur Neuen Ökonomischen Geografie

Autor (Jahr)	Veröffentlichung	Land	räumliche Betrachtungseben	Untersuchungszeitraum	Theoretischer Grundansatz	erklärende Variable für Infrastruktur	erklärte Variable	Schätzmethode	Ergebnis	Implikationen für Handlungsempfehlungen
Cosci et al. (2018)	Regional Studies	Italien	Provinzen	1951-2001	allgemeiner "Highway-Effekt"	Anzahl Städte mit Mautstellen, Anteil Fernstraßen-km pro Straßen-km, Index für Lkw-Reisezeit	Wachstumsrate des Pro-Kopf-Einkommens	Spatial Durbin Model	<ul style="list-style-type: none"> - Verschärfung der regionalen Disparitäten durch die Verbindung des wirtschaftsstarken Nordens mit dem wirtschaftsschwächeren Süden - fortbestehendes Kern-Peripherie Muster, da die Investitionen im Süden vermutlich nicht groß genug waren, um die Erreichbarkeitslücke zu schließen - Signifikant positiver Effekt auf Wachstumsraten der Provinzen im Norden in den 1970er Jahren, aber nicht im Süden 	Möglichkeit der Herausbildung von Kern-Peripherie-Mustern berücksichtigen. Agglomerationseffekte und Dispersionseffekte gegeneinander abwägen.
Duranton et al. (2014)	Review of Economic Studies	USA	CFS Regionen	1956-2007	NÖG	Transportdistanz in Abhängigkeit der Straßenausstattung innerhalb und zwischen zwei Städten	Exporte	OLS, TSLS, LIML, GMM mit IV-Schätzung	<ul style="list-style-type: none"> - Starke Abnahme von Gewicht und Wert des Handelsvolumens zwischen zwei Städten mit zunehmender Distanz - Erhöhung des Werts des Handelsvolumens um 1,4% und des Gewicht um 1,9% bei Reduktion der Distanz zwischen zwei Städten um 1% 	Gute Verkehrsinfrastruktur für Industrien mit hohem Handelsvolumen sicherstellen, insbesondere für Schwerindustrien.
Faber (2014)	Review of Economic Studies	China	County	1992-2006	NÖG	Dummy-Variable zur Angabe ob ein Highway innerhalb von 10 km Entfernung eröffnet	BIP, Bevölkerung, Wertschöpfung in Industrie, Landwirtschaft und Nicht-Landwirtschaft	Differenz-von-Differenzen-Ansatz mit IV	<ul style="list-style-type: none"> - Rückgang des industriellen Outputs um rund 26% und Rückgang des BIP um rund 18% innerhalb von 9 Jahren in ländlichen Countys - unveränderte Bevölkerungsanteile - Beispiel für Kern-Peripherie-Modell - geringe positive Wachstumseffekte in Untergruppe größerer ländlicher Countys 	Möglichkeit der Herausbildung von Kern-Peripherie-Mustern berücksichtigen. Agglomerationseffekte und Dispersionseffekte gegeneinander abwägen.

Zu Kapitel 3.5.1: Übersicht der Studien zur Standortstrukturtheorie

Autor (Jahr)	Veröffentlichung	Land	räumliche Betrachtungseben	Untersuchungszeitraum	Theoretischer Grundansatz	erklärende Variable für Infrastruktur	erklärte Variable	Schätzmethode	Ergebnis	Implikationen für Handlungsempfehlungen
Baum-Snow et al. (2020)	Journal of Urban Economics	China	Präfektur	2010	Theorie der zentralen Orte	Fernstraßen-km / Marktpotential für Binnenmärkte und für Außenhandel	BIP / Bevölkerung / Bevölkerungswachstum / Löhne	IV-Schätzung	<ul style="list-style-type: none"> - Erweiterung des Fernstraßennetzes um 10% im Umkreis von 450 km einer primaten Präfektur erhöht die Bevölkerung der primaten Präfektur um 1,1% und verringert die Bevölkerung außerhalb der primaten Präfektur um 1,7% - Spezialisierung in der primaten Präfekturen auf produzierendes Gewerbe und Dienstleistungen und Rückgang der Landwirtschaft - Spezialisierung der nicht-primaten Präfekturen auf Landwirtschaft - Reduktion der Reisezeit zum nächsten internationalen Hafen um 10% erhöht das BIP um 1,6% und die Bevölkerung um 1,0% 	Anbindung an internationale Märkte fokussieren, bereits definierte zentrale Orte auf niedrigeren Hierarchieebenen stärken
Rephann et al. (1994)	Regional Science and Urban Economics	USA	County	1963-1975 (1984)	angelehnt an Theorie der zentralen Orte	Bau eines Highways	Bevölkerung / Einkommen / Output je Sektor	Differenz-von-Differenzen-Ansatz mit Matching Methode	<ul style="list-style-type: none"> - Countys profitieren dann wirtschaftlich vom Bau von Interstate Highways in ihrem unmittelbaren Umfeld, wenn sie in der Nähe von großen Städten oder liegen oder etwas urbanisiertere Strukturen aufweisen, wie etwa eine Stadt mit mehr als 25.000 Einwohnern. - Ländliche Countys an Interstate Highways und angrenzende Countys erfahren wenige positive Effekte. 	Berücksichtigen, dass in wirtschaftsschwachen Regionen ohne Großstädte und Agglomerationsräume eher mittelgroße Städte von der Fernstraßeninfrastruktur profitieren und ländliche Regionen eher nicht.

Zu Kapitel 3.5.2: Übersicht der Studien zu Theorien der unternehmerischen Standortwahl

Autor (Jahr)	Veröffentlichung	Land	räumliche Betrachtungseben	Untersuchungszeitraum	Theoretischer Grundansatz	erklärende Variable für Infrastruktur	erklärte Variable	Schätzmethode	Ergebnis	Implikationen für Handlungsempfehlungen
Chandra et al. (2000)	Regional Science and Urban Economics	USA	County	1969-1993	Hotelling (1929) mit Unterscheidung regional und national handelnder Wirtschaftszweige	Alter eines Highways	Einkommen eines Countys je Industrie	OLS-Schätzung und Jackknife-Methode	<ul style="list-style-type: none"> - Bau eines Highways durch einen ländlichen County erhöht die Einnahmen des Countys um 6-8% in 24 Jahren - Zuwächse der Einnahmen von 5-8% im Dienstleistungssektor und im Einzelhandel - angrenzende Countys erleiden einen Rückgang der Einnahmen um 1-3% insgesamt und um 8-11% im Einzelhandel - für die Region insgesamt je nach Alter des Highways Rückgänge der Einnahmen in der Landwirtschaft um 10-30% und Rückgänge im Einzelhandel um 3-6% bei gleichzeitigem Anstieg der Einnahmen im verarbeitenden Gewerbe um 2-10% - weitere Zuwächse der Einnahmen in TCPU-Sektor, Dienstleistungssektor und FIRE-Sektor - über alle Sektoren hinweg keine Erhöhung der wirtschaftlichen Aktivität 	Bau von Fernstraßen bei Wirtschaftsstruktur mit überwiegend verarbeitendem Gewerbe und wenig Landwirtschaft und Einzelhandel ist eventuell sinnvoll.
Gibbons et al. (2019)	Journal of Urban Economics	UK	Wahlkreis	1997-2008	Marktpotenzialansatz nach Harris (1954)	Erreichbarkeitsmaß	Beschäftigung, Anzahl Unternehmen,	OLS-Schätzung	<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung der Erreichbarkeit eines Wahlkreises um 1% erhöht die Unternehmensanzahl und die Beschäftigung um 0,3-0,5% - Beschäftigungseffekte vor allem in unternehmensnahen Dienstleistungen, im Transportsektor und in der Verwaltung - Anstieg der Arbeitsproduktivität, der Löhne und des Gebrauchs von Vorleistungsgütern für bereits bestehende Unternehmen 	Auch in bereits gut entwickelten Straßennetzen können weitere Optimierungen sinnvoll sein.
Holl (2004a)	Regional Science and Urban Economics	Spanien	Kommune (NUTS 5, heute: LAU)	1980-1994	Marktpotenzialansatz nach Harris (1954)	Anzahl bisheriger Unternehmensgründungen, Dummy-Variable zur Angabe, ob ein Highway innerhalb von 10, 10-20, 20-30, 30-50 oder >50 km liegt	Wahrscheinlichkeit einer Unternehmensgründung des verarbeitenden Gewerbes in einer Kommune	Poisson-Regression mit linearem Paneldatenmodell mit festen Effekten	<ul style="list-style-type: none"> - Eine Fernstraße in einer Distanz von bis zu 10 km erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Firmengründung um durchschnittlich 14% - zunehmende Dezentralisierung des produzierenden Gewerbes bei gleichzeitiger sektoraler Konzentration - verschieden starke Effekte in verschiedenen Wirtschaftszweigen durch eine Verbesserung der inner- und überregionalen Erreichbarkeit, eine Verbesserung der Anbindung an das Lieferantennetzwerk und Lokalisierungseffekte - negativer Effekt der überregionalen Erreichbarkeit von Absatzmärkten in sechs von zehn Sektoren 	Fernstraßen können sektorale Konzentrationen des verarbeitenden Gewerbes abseits von großen Städten fördern.
Holl (2004b)	Papers in Regional Science	Portugal	NUTS3/NUTS5	1986-1997	Marktpotenzialansatz nach Harris (1954)	Erreichbarkeitsmaß	Anzahl Unternehmensgründungen des verarbeitenden Gewerbes in einer Kommune	Poisson-Regression mit linearem Paneldatenmodell mit festen Effekten	<ul style="list-style-type: none"> - Tendenz von Start-ups und standortwechselnden Unternehmen zur Ansiedlung in der Nähe neu gebauter Fernstraßen, wobei der Effekt auf Standortwechsel stärker ist. - Start-ups bevorzugen stärker größere lokale Märkte und die Möglichkeit von Urbanisierungseffekten zu profitieren - Außerhalb von 10 km Entfernung von der Fernstraße siedeln sich je nach Entfernung 11-31% weniger Neugründungen und 25-98% weniger Standortwechsel an 	Ländliche Regionen eher auf Standortwechsel älterer Unternehmen als auf Start-ups ausrichten.
Percoco (2016)	Journal of Economic Geography	Italien	Städte	1951-2001	Marktpotenzialansatz nach Harris (1954)	Vorhandensein einer Fernstraßenausfahrt	Bevölkerung / Anzahl Fabriken / Beschäftigung	Differenz-von-Differenzen-Ansatz mit IV	<ul style="list-style-type: none"> - eine Fernstraßenabfahrt innerhalb eines Umkreises von 15 km erhöht die Beschäftigung um 4-5% und die Anzahl an Fabriken um 2-3%, ohne signifikanten Effekte auf das Bevölkerungsniveau - Koagglomerationseffekte, ausgelöst durch Standortentscheidungen von Unternehmen im Transportgewerbe - Effekte gelten gleichermaßen im wirtschaftsstarken Norden und im wirtschaftsschwächeren Süden des Landes, wobei die Effekte im Süden leicht höher ausfallen. 	Koagglomerationseffekte sind möglich.

Zu Kapitel 3.6: Übersicht der Studien zu logistikbasierten Betrachtungen

Autor (Jahr)	Veröffentlichung	Land	räumliche Betrachtungsebene	Untersuchungszeitraum	Theoretischer Grundansatz	erklärende Variable für Infrastruktur	erklärte Variable	Schätzmethode	Ergebnis	Implikationen für Handlungsempfehlungen
Datta (2012)	Journal of Development Economics	Indien	Unternehmensebene	2002-2005	EOQ-Modell: Fernstraßeninfrastruktur verkürzt Transportdauern und erhöht Zuverlässigkeit der Transportdauern; Überlegungen zur Zulieferer-Erreichbarkeit; subjektive Wahrnehmung von Transporthindernissen	Dummy-Variable zur Angabe des Baus eines Highways am Unternehmensstandort	Lagerbestände von Inputgütern (in \$), Dauer der Lieferantenbeziehungen, Wahrnehmung von Transporthindernissen	Differenz-von-Differenzen-Ansatz	<ul style="list-style-type: none"> - 60% seltenere Wahrnehmung von transportbedingten Produktionshindernissen - Reduktion der Lagerbestände um 7 Tage - Wechseln von Zulieferern etwa 4 Monate früher 	Zur Stärkung abgelegener Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes kann der Bau einer Fernstraße sinnvoll sein.
Li et al. (2013)	Journal of Urban Economics	China	Provinz	1998-2007	EOQ-Modell: Fernstraßeninfrastruktur verkürzt Transportdauern und erhöht Zuverlässigkeit der Transportdauern	Straßen-km	Lagerbestände von Inputgütern (in \$)	Regressionsanalyse mit Paneldaten, einer Proxy-Variable und festen Effekten	<ul style="list-style-type: none"> - Rückgang des Lagerbestands an Inputgütern um 4% im Zeitraum von 9 Jahren durch Investitionen in Fernstraßeninfrastruktur - Je Dollar, der in Straßeninfrastruktur investiert wird, wird der Lagerbestand an Inputgütern um zwei Cent verringert - zwei Drittel des Rückgangs lassen sich auf Investitionen in die Straßeninfrastruktur in benachbarten Provinzen zurückführen - höhere Einsparungen für Wirtschaftszweige, die auf höherwertige Zwischenprodukte zurückgreifen und damit häufig auf Zulieferer in anderen Provinzen zurückgreifen 	Strukturen der Beschaffungslogistik ansässiger Unternehmen berücksichtigen (Einsparpotential bei Lagerbeständen, primäre Inputgüter oder Zwischenprodukte).
Shirley et al. (2004)	Journal of Urban Economics	USA	Bundesstaat	1973-1996	EOQ-Modell: Fernstraßeninfrastruktur verkürzt Transportdauern und erhöht Zuverlässigkeit der Transportdauern	Fernstraßenkapital	Lagerbestände von Inputgütern (in \$)	Regressionsanalyse mit Paneldaten, einer Proxy-Variable und festen Effekten	<ul style="list-style-type: none"> - Investition eines zusätzlichen Dollars in das Fernstraßenkapital senkt das gebundene Kapital in Lagerbeständen von Inputgütern um 7 Cent in den 1970er-Jahre, um 2 Cent in den 1980er-Jahren und um 0,33 Cent in den 1990er-Jahren - lediglich für die Nahrungsmittel- und Tabakindustrie geringere Effekte, sonst keine Unterschiede zwischen Wirtschaftszweigen 	Positive Auswirkungen auf das Lagerhaltungsmanagement ansässiger Unternehmen sind zu erwarten, aber schwer zu quantifizieren.

Zu Kapitel 3.7: Übersicht der Studien zu immobilienpreisbasierten Ansätzen

Autor (Jahr)	Veröffentlichung	Land	räumliche Betrachtungsebene	Untersuchungszeitraum	Theoretischer Grundansatz	erklärende Variable für Infrastruktur	erklärte Variable	Schätzmethode	Ergebnis	Implikationen für Handlungsempfehlungen
Hoogendoorn et al. (2019)	Journal of Economic Geography	Niederlande	Postleitgebiete	1995-2013	Wohnortwahl nach Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen	Erreichbarkeitsmaß für Arbeitsplätze	Hauspreise	Regressionsanalyse mit Dummy-Variable	<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung der Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen um 1% erhöht die Immobilienpreise um 0,8% - die Hälfte des Effekts tritt bereits ein Jahr vor Eröffnung des neuen Tunnels auf - nördliche Region profitiert von den positiven Effekten, während die südliche Region überhaupt keine Reaktion in den Immobilienpreisen zeigt (verschiedene Eigenschaften der Bevölkerung als plausibelste Erklärung) - stärkere Reaktionen auf Veränderungen der Erreichbarkeit in Gemeinden mit höherem Bildungsniveau und bei Haushalten mit höherem Einkommen und/oder höherer Zahlungsbereitschaft 	Durch eine Verbesserung der Anbindung an Arbeitsplätze kann die Attraktivität der Region für Wohnaktivitäten gesteigert werden.
Levkovich et al. (2016)	Transportation	Niederlande	Kommune	2000-2004	Positive und negative Externalitäten	allgemeines Erreichbarkeitsmaß, Dummies für Lärmbelastung und Verkehrsaufkommen	Immobilienpreise	Differenz-von-Differenzen-Schätzung, Repeat Sales	<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung der Erreichbarkeit um 1% erhöht die Immobilienpreise um 1,76% - negative Effekte für erhöhte Lärmbelastung (-3% innerhalb 300m Entfernung) und Verkehrsaufkommen (-3,6% innerhalb von 1km von einer Abfahrt) - nur bei signifikanter Verbesserung der Erreichbarkeit positive Gesamteffekte 	Verbesserungen der allgemeinen Erreichbarkeit auch für private Haushalte sicherstellen unter Berücksichtigung negativer Externalitäten.

ISSN: 1438-2733