

## Beiträge aus der Forschung

Stephan Fretz und Christoph Gorgas

# Regionaler Nutzen von Verkehrsinfrastruktur-Erweiterungen: Evidenz vom Schweizer Autobahnnetz

**Zusammenfassung:** Erweiterungen von Verkehrsinfrastruktur-Netzen können einen massgeblichen Einfluss auf die Entwicklung von Regionen ausüben. Zu beobachtende regionale Effekte spiegeln dabei aber nicht zwangsläufig einen Netto-Einkommenszuwachs für das gesamte Gebiet wider; sie können auch auf einer blossen Umverteilung zwischen einzelnen Regionen beruhen. Im vorliegenden Artikel untersuchen wir die Auswirkungen zweier Erweiterungen des Schweizer Autobahnnetzes auf das regionale Pro-Kopf-Einkommen. Wir verwenden hierfür die Methode der synthetischen Kontrolle von Abadie, Diamond und Hainmueller (2010) und konzentrieren uns auf Effekte, die über eine einfache regionale Verlagerung von Personen und Unternehmen hinausgehen. Die verbesserte Erreichbarkeit zeigt dabei in beiden Fallstudien keinen positiven kurz- oder mittelfristigen Einfluss auf das regionale Pro-Kopf-Einkommen. Die Resultate legen somit nahe, dass der regionale Nutzen von Verkehrsinfrastruktur-Erweiterungen kleiner ist als in früheren Studien angenommen.

**JEL-Klassifikation:** H54, O18, R40

**Schlagwörter:** Infrastruktur, Verkehr, Autobahnen, Regionales Wachstum, Gotthard-Strassentunnel, Synthetische Kontrolle (Synthetic Control)

DOI 10.1515/pwp-2015-0005

## Einleitung

In den letzten Jahren haben Studien zum ökonomischen Nutzen von Verkehrsinfrastrukturprojekten eine Renaissance erlebt. Zahlreiche Autoren haben örtliche Unterschiede in der Anbindung an das Autobahnnetz genutzt,

um deren Einfluss auf verschiedene abhängige Variablen zu untersuchen: regionales Brancheneinkommen (Chandra & Thompson, 2000), städtische Entwicklung (Baum-Snow, 2007; Duranton & Turner, 2012), Unternehmen (Datta, 2012; Ghani, Goswami & Kerr 2012; Gibbons et al., 2012) oder Arbeitsmarkt-Ergebnisse (Michaels, 2008; Sanchis-Guarner, 2012).<sup>1</sup>

Typischerweise vergleichen diese Studien die Entwicklung von Regionen, die sich in unmittelbarer Nähe einer Verkehrsinfrastruktur befinden, mit anderen Regionen, die zwar ähnliche Eigenschaften besitzen, aber keine direkte Anbindung an das Verkehrsnetz aufweisen. Sie unterscheiden sich damit von früheren Studien, welche die volkswirtschaftlichen Auswirkungen primär auf der Basis einer um Infrastruktur-Kapital angereicherten Produktionsfunktion untersucht haben.<sup>2</sup> Insgesamt zeigen die Resultate kein eindeutiges Bild: Während gewisse Studien markante Auswirkungen auf die ökonomischen Messgrössen zeigen (insbesondere die Analysen des Golden Quadrilateral Highway Project in Indien), finden andere Autoren – wie Banerjee, Duflo und Qiang (2012) für das Beispiel China – nur geringe Auswirkungen. Die Varianz der Ergebnisse ist aus theoretischer Perspektive keine Überraschung. Krugman (1991) hat in seinem Artikel “Increasing Returns and Economic Geography” gezeigt, dass der Einfluss einer erhöhten Erreichbarkeit auf die regionale Entwicklung stark vom Kontext abhängt und positiv oder negativ sein kann. Zudem hat eine rudimentäre Infrastruktur-Investition in einem Entwicklungsland einen anderen Effekt als eine moderne Infrastruktur-Erweiterung in einer Industrienation.

<sup>1</sup> In ähnlicher Weise wurden auch die Auswirkungen von Eisenbahnen auf die ökonomische Aktivität untersucht, siehe Ahlfeldt und Feddersen (2010), Ahlfeldt und Wendland (2011), Atack et al. (2009), Banerjee, Duflo und Qiang (2012) und Donaldson (2010).

<sup>2</sup> Siehe beispielsweise Romp und de Haan (2007) und Ragnitz et al. (2013) für einen Überblick über diese Literatur sowie Bom und Ligthart (2011) für eine Meta-Studie zu den Wirkungen von öffentlichem Kapital im Allgemeinen und Melo, Graham und Brage-Ardao (2013) für eine Meta-Studie zur Verkehrsinfrastruktur im Besonderen.

**Stephan Fretz:** Universität St. Gallen, Schweiz,

E-Mail: stephan.fretz@alumni.unisg.ch

**Christoph Gorgas:** Universität Luzern, Schweiz,

E-Mail: gorgas.christoph@gmail.com

Basierend auf der bestehenden Literatur lassen sich die folgenden drei Schlüsse ziehen: Erstens sind die Effekte von neuer Verkehrsinfrastruktur auf Wachstum respektive Produktivität deutlich kleiner, als von Aschauer (1989) in seiner viel zitierten Studie zur Produktivität des öffentlichen Kapitals ursprünglich postuliert (Melo, Graham und Brage-Ardao, 2013). Zweitens unterscheiden sich die Effekte über Länder und Regionen hinweg. Dabei ziehen weniger entwickelte Länder typischerweise einen grösseren Nutzen aus einer neuen Verkehrsinfrastruktur als entwickelte Nationen (Canning & Bennathan, 2007). Drittens ist die Richtung von regionalen Spillover-Effekten a priori unklar und hängt von verschiedenen Faktoren sowie der verwendeten Untersuchungsmethode ab (Ragnitz et al., 2013).

Die meisten Studien lassen die Frage offen, ob es sich bei den identifizierten Effekten um einen Netto-Einkommenszuwachs handelt, oder bloss um eine räumliche Umverteilung wirtschaftlicher Aktivität zwischen einzelnen Regionen innerhalb eines grösseren Gebiets.<sup>3</sup> Eine empirische Abgrenzung von Effizienzsteigerungen und Umverteilungen ist schwierig, jedoch wichtig für das Ableiten politischer Handlungsempfehlungen. Heutzutage spielen Investitionen in Verkehrsnetzwerke eine zentrale Rolle in vielen Entwicklungsprojekten. So hat beispielsweise die Weltbank in den vergangenen Jahren ungefähr 20% ihrer Kredite für Verkehrsprojekte vergeben – ein Anteil, der grösser ist als jener für Gesundheit, Bildung und soziale Dienste zusammen (Crescenzi & Rodríguez-Pose, 2012, S. 488). Ebenso stellen in der Europäischen Union Verkehrsinvestitionen ein zentrales Element der regionalen Entwicklungsmassnahmen dar (siehe z. B. European Commission, 2006). Vor diesem Hintergrund kommt der Frage, ob eine Gesamtregion tatsächlich von Verkehrsinfrastruktur-Erweiterungen profitiert, eine zentrale Rolle zu.

Im vorliegenden Artikel untersuchen wir diese Fragestellung explizit anhand zweier Fallstudien zum Schweizer Autobahnnetz. Wir betrachten einerseits den 1963/1964 neu eröffneten Autobahnabschnitt zwischen Genf und Lausanne und andererseits den Gotthard-Strassentunnel, eröffnet im Jahr 1980. Wir machen uns dabei den Umstand zunutze, dass der Zeitpunkt dieser Netzwerkerweiterungen, die auf Bundesebene beschlossen worden waren, als weitgehend unabhängig von der regionalen

<sup>3</sup> Eine nennenswerte Ausnahme ist die Analyse der regionalen Effekte des ländlichen Fernstrassennetzes in den USA durch Chandra und Thompson (2000). Die beiden Autoren zeigen, dass das Einkommen in ländlichen Landkreisen mit Anbindung an das Fernstrassennetz anstieg, während es in angrenzenden Landkreisen ohne Fernstrassennetzanbindung abnahm. Der Netto-Effekt für das Wachstum der gesamten Region war im Wesentlichen null (S. 460).

Entwicklung der betroffenen Regionen angesehen werden kann. Zur Analyse verwenden wir die Methode der synthetischen Kontrolle, die durch Abadie, Diamond und Hainmueller (2010) entwickelt wurde.

Für beide Fallstudien erwarten wir als Ergebnis einen Anstieg des regionalen Pro-Kopf-Einkommens. Diese Hypothese fusst auf zwei Annahmen: erstens, dass das regionale Gesamteinkommen als Folge der Erweiterung des Verkehrsnetzes anstieg; und zweitens, dass die Eröffnung der neuen Verkehrsinfrastruktur keinen massgeblichen Einfluss auf die regionale Bevölkerung nach sich zog.

Beide Strassennetz-Erweiterungen behoben bestehende Engpässe von regionaler Bedeutung. Solche Massnahmen, welche Kapazitätsengpässe beseitigen oder bestehende Lücken in einem Netz schliessen, können einen hohen Nutzen stiften (Hulten, 2007, S. 13). Gemäss Gibbons und Overman (2009) führt eine verbesserte Verkehrsinfrastruktur zu einer Veränderung im Angebot an Produktionsfaktoren, in der Nachfrage auf den Absatzmärkten sowie – dank sogenannter Agglomerationsvorteile – zu einer Veränderung der Produktionstechnologien. Alle drei Effekte haben dabei zur Folge, dass mit derselben Menge an Produktionsfaktoren eine höhere Wirtschaftsleistung erzielt werden kann. Während Agglomerationsvorteile zu einem direkten Anstieg in der totalen Faktorproduktivität führen, wirken die beiden ersten Kanäle über positive Skaleneffekte in der Produktion.<sup>4</sup> Eine gesteigerte regionale Produktion führt sodann auch zu einem höheren regionalen Gesamteinkommen, korrigiert um interregionale Spillover-Effekte, wie beispielsweise Lohnzahlungen an Empfänger ausserhalb der Untersuchungsregion.

Damit als Folge auch das Pro-Kopf-Einkommen in der Region ansteigt, darf die Verkehrsinvestition nicht gleichzeitig eine Veränderung in der regionalen Bevölkerung nach sich ziehen. Aus diesem Grund betrachten wir mit der Autobahn Genf-Lausanne sowie den Auswirkungen des Gotthard-Strassentunnels auf den Kanton Tessin zwei Fälle, in denen solche regionale Verschiebungen weitgehend ausgeblendet werden können. Aufgrund der Besonderheiten, namentlich der geographischen Lage sowie der Sprachgrenzen, hätte ein möglicher Umzug von Personen oder Unternehmen im Nachgang der beiden Autobahnerweiterungen primär innerhalb der beiden Untersuchungsgebiete stattgefunden.

Beide Fallstudien deuten indes auf keine nennenswerten kurz- oder mittelfristigen Auswirkungen der Netzwerkerweiterungen auf das regionale Pro-Kopf-Einkommen

<sup>4</sup> Für eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Kanäle siehe Gibbons and Overman (2009, S. 3–14).

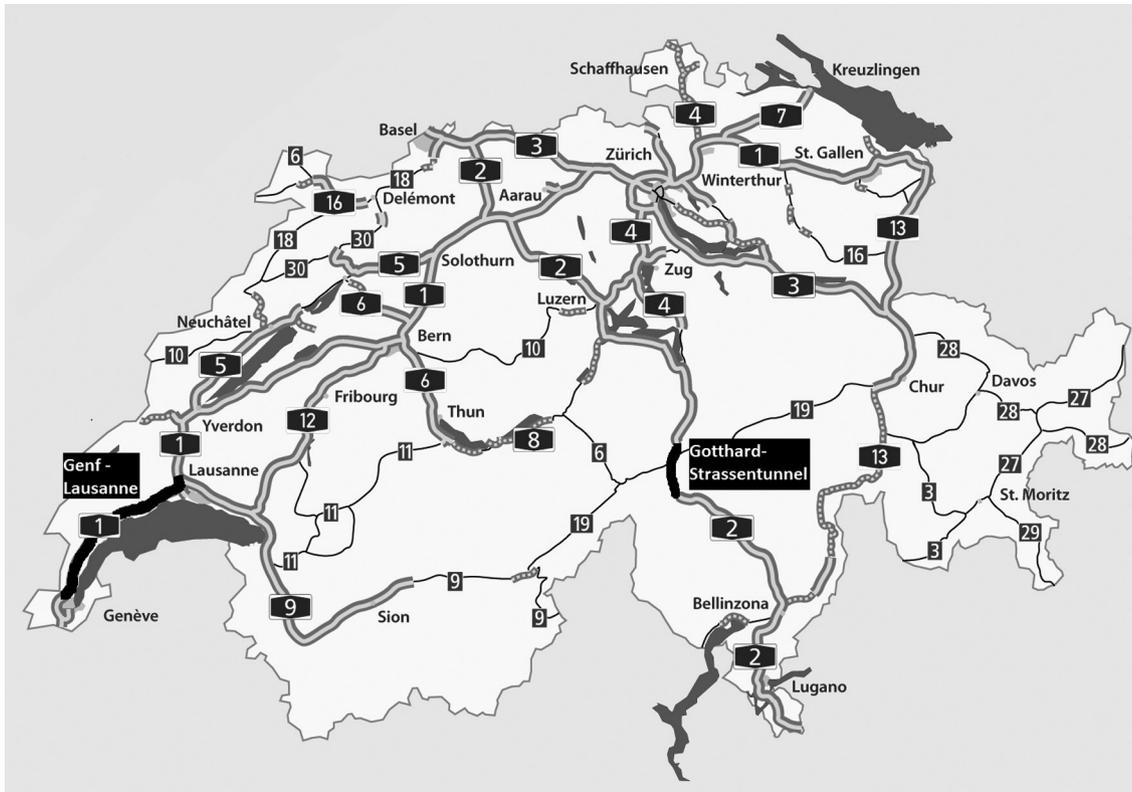


Abbildung 1: Schweizer Autobahnnetz, inklusive Fallstudien

hin. Die Resultate legen folglich nahe, dass auch grosse Verkehrsinfrastruktur-Erweiterungen nicht zwangsläufig zu einem regionalen volkswirtschaftlichen Nutzen führen müssen, trotz häufiger gegenläufiger Versprechungen von politischen Entscheidungsträgern.

## 1 Beschreibung der Fallstudien

Das Schweizer Autobahnnetz wurde zu einem grossen Teil im Jahr 1960 definiert, als das Schweizer Parlament das Nationalstrassennetz basierend auf einem umfassenden Bericht der zuständigen Planungskommission (1959) verabschiedete. Gemäss Planungskommission wurde das neue Nationalstrassennetz unter der Prämisse erstellt, nur den wichtigsten Transportbedürfnissen nachzukommen, insbesondere den Fernverkehr zu erleichtern (Band 2, S. 1). Auf Grundlage dieses Kriteriums wurde das Netzwerk so ausgestaltet, dass es die grössten Städte der Schweiz miteinander verbindet sowie Vevey/Montreux, Chur und Lugano in den gebirgigen respektive südlichen Landesteilen der Schweiz (Band 2, S. 2). In den darauffolgenden Jahrzehnten wurde das Schweizer Nationalstrassennetz – und mit ihm das Autobahnnetz – etappenweise gebaut. Gewisse Streckenabschnitte wurden dabei im Verlaufe der Zeit erweitert, beispielsweise durch die Ergänzung zusätz-

licher Spuren. Das Netzwerk an sich, in seiner räumlichen Ausbreitung, ist hingegen weitgehend unverändert geblieben, mit einigen nennenswerten Ausnahmen (u. a. dem Gotthard-Strassentunnel, dessen Bau im Jahr 1965 durch das Parlament verabschiedet wurde). Heute hat das Schweizer Nationalstrassennetz eine definierte Länge von 1'892,5 km, nur geringfügig mehr als das ursprünglich geplante Netzwerk von 1'840 km.

### A1: Genf – Lausanne (Waadt)

Einer der ersten fertiggestellten Streckenabschnitte des neuen Autobahnnetzes war das Autobahnstück A1 zwischen Genf und Lausanne in den Jahren 1963/1964. Es verband die Hauptstadt des Kantons Waadt (VD) mit Genf (GE). Für die Analyse des Einflusses der Autobahneröffnung auf das Pro-Kopf-Einkommen der Region betrachten wir die gemeinsame Genf-Waadt-Region (GE\_VD). Zum Zeitpunkt der Fertigstellung des Autobahnstreckenabschnitts hatte diese Region ein Pro-Kopf-Einkommen von 103% des Schweizer Durchschnitts.

Die Eröffnung des Autobahnstückes zwischen Genf und Lausanne verringerte die Reisezeit zwischen den beiden Städten um rund 20 Minuten, auf ungefähr eine Stunde (Barbier et al., 1978). Die neue Autobahn brachte auch den

Gemeinden entlang des Genfersees eine verbesserte Anbindung an die beiden Städte. Gleichzeitig blieb die Erreichbarkeit der Genf-Waadt-Region von der übrigen Schweiz her aber weitgehend unverändert. Waadt ist der einzige Nachbarkanton von Genf, und Lausanne war zur Zeit der A1-Abschnittseröffnung immer noch relativ weit von den anderen Schweizer Städten entfernt, inklusive Bern.<sup>5</sup>

Als Folge der neuen Autobahn verlegten Personen ihren Wohnsitz über die kantonalen Grenzen hinweg entlang des Genfersees, um von der nunmehr besseren Erreichbarkeit Genfs von den südwestlichen Gebieten Waadts (namentlich der Region Nyon) zu profitieren. Die Effekte waren dabei für die Bezirke in der Mitte zwischen den beiden Agglomerationen am stärksten, da sich die Pendelzeiten deutlich verkürzten (Barbier et al., 1978, S. 133).

Für die gemeinsame GE\_VD-Region war nur dann ein Anstieg des Pro-Kopf-Einkommens zu erwarten, wenn die neue und schnellere Verkehrsverbindung zwischen den beiden Städten zu einem Effizienzgewinn in einem oder beiden Kantonen führte. Solche Gewinne können auf verschiedene direkte oder indirekte Effekte zurückzuführen sein, wie Gibbons and Overman (2009) darlegen. Angesichts des Umstands, dass das Ausmass der Reisezeitreduktion zwischen Genf und Lausanne für den Personenverkehr wichtiger war als für den Güterverkehr, scheint es wahrscheinlich, dass der mögliche Nutzen der neuen Verkehrsverbindung primär von verbesserten Arbeitsmarkt-Ergebnissen stammen würde, beispielsweise dank eines besseren Matchings von Mitarbeitern und Stellen. Gemäss der Literatur zu Agglomerationseffekten führt eine räumliche Konzentration von Bevölkerung zu einer höheren Produktivität.<sup>6</sup> Rosenthal und Strange (2008) konnten beispielsweise für die USA zeigen, dass eine Verdopplung der Arbeitnehmer innerhalb von fünf Meilen zu einem Lohnanstieg von rund 4,5% führt.

## A2: Gotthard-Strassentunnel (Tessin)

Im September 1980 wurde der Gotthard-Strassentunnel eröffnet. Der Tunnel ermöglichte fortan eine ganzjährige Verbindung zwischen dem Tessin, dem italienischsprachigen Kanton in der Südschweiz, und der Zentralschweiz. Das Pro-Kopf-Einkommen des Kantons Tessin lag in den Jahren 1979/1980 bei 93% des Schweizer Durchschnitts. Der Kan-

ton ist durch die Alpen von der Zentralschweiz getrennt. Seit 1882 verbindet der Zuggtunnel Airolo im Kanton Tessin mit Göschenen im Kanton Uri. Mit dem Automobil war der Kanton Tessin während einer langen Zeit von der Zentralschweiz nur über die Gotthard-Passstrasse erreichbar.<sup>7</sup> Die Passstrasse ist jedoch nur im Sommer geöffnet, typischerweise von Mai bis Oktober. Im Winter mussten deshalb die Autos auf die Eisenbahn verladen werden.

Der Gotthard-Strassentunnel löste diesen Engpass. Mit seinen 16,9 km war er der weltweit längste Strassentunnel zu jener Zeit. Der Bau dauerte 10 Jahre respektive 9'200'000 Arbeitsstunden und kostete 686 Millionen Schweizer Franken (Peyer, 1982). Seit seiner Eröffnung wurde der Tunnel zu einer der wichtigsten alpenüberquerenden Nord-Süd-Verbindungen für Personen und Güter. Im Jahr 2010 passierten 943'000 schwere Strassengüterfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 3,5 Tonnen den Tunnel (Bundesamt für Verkehr, 2013).

Die Eröffnung des Gotthard-Strassentunnels stellte eine zentrale Erweiterung des Schweizer Autobahnnetzes dar und hatte einen massgeblichen Einfluss auf das Transportwesen in Europa. Zum Zeitpunkt der Eröffnung wurde deshalb auch erwartet, dass der Tunnel die gesamtwirtschaftliche Produktivität in der Schweiz erhöhen würde (Jakob, 1980). Die ökonomischen Auswirkungen auf den Kanton Tessin waren derweil mit mehr Unsicherheit behaftet. Tessins Wirtschaftszentren Bellinzona, Locarno und Lugano waren auch nach der Tunnelöffnung mehr als 1,5 Autostunden von Luzern entfernt, der nächstgrösseren Stadt in der Zentralschweiz. Eine Marktintegration wurde weiter erschwert durch die Sprachbarriere sowie durch die Importe aus Italien.

Insgesamt erwarteten die Studiengruppe Gotthardtunnel (siehe Peyer, 1982, S. 32), einige Kommentatoren (z. B. Jakob, 1980) sowie eine Mehrheit der Unternehmen<sup>8</sup> einen positiven Effekt des Tunnels für die Tessiner Wirtschaft. Andere Zeitgenossen waren weniger optimistisch. Rossi (1980) beispielsweise befürchtete, dass die verbesserte Anbindung an die Zentralschweiz zu einer Destabilisierung der Tessiner Wirtschaft führen könnte. Gemäss seiner Ein-

<sup>5</sup> Der Bau der Autobahn-Verbindung zwischen Lausanne und Bern begann erst in den 1970er-Jahren und wurde 1981 fertiggestellt.

<sup>6</sup> Siehe Sanchis-Guarner (2012) für eine detaillierte Diskussion der möglichen Effekte von reduzierten Pendelzeiten auf den Arbeitsmarkt.

<sup>7</sup> Alternative Verbindungen in den Kanton Tessin gibt es von den Kantonen Wallis und Graubünden. So wurde im Jahr 1967 auch der San-Bernardino-Strassentunnel fertiggestellt. Diese alternativen Reisewege nehmen aber von den wichtigsten Städten in der Deutschschweiz, namentlich Zürich, Basel und Bern, deutlich mehr Zeit in Anspruch als die Gotthard-Route.

<sup>8</sup> In einer Umfrage, die im Jahr 1973 bei 265 Industrieunternehmen im Tessin durchgeführt wurde, schätzten 55%, dass der Tunnel einen positiven Effekt haben würde, im Vergleich zu 34%, die indifferent waren, und einer kleinen Minderheit, die vom Tunnel einen negativen Effekt erwartete (Maggini, 1979, S. 278).

schätzung war der Tourismus die einzige Branche, die vom Tunnel profitieren würde. Er erwartete einen Anstieg an Gästen aus der Deutschschweiz – aber nicht gleichmässig über den Kanton verteilt. Für die Gemeinden entlang der Transit-Route in der Leventina und Riviera prognostizierte Rossi gar einen starken Rückgang.

## 2 Methode

### 2.1 Synthetische Kontrolle

In beiden Fallstudien sind primär ein oder ein paar wenige Kantone direkt von der Verkehrsinfrastruktur-Erweiterung betroffen.<sup>9</sup> Für diese Ausgangslage eignet sich die Anwendung der Methode der synthetischen Kontrolle, welche von Abadie, Diamond und Hainmueller (2010) entwickelt wurde. Basierend auf der Gesamtheit aller nicht betroffenen Kantone modelliert die synthetische Kontrolle einen kontrafaktischen Verlauf der Untersuchungsvariable, der widerspiegeln soll, wie sich die Variable ohne Infrastruktur-Erweiterung entwickelt hätte. Die Differenz zwischen dem tatsächlichen Verlauf und der Entwicklung der synthetischen Kontrolle dient dabei als Mass für den Effekt der Infrastruktur-Erweiterung.

Wir konstruieren hierzu eine synthetische Kontrolle, die aus nicht negativen Gewichten der anderen Kantone besteht, welche sich insgesamt zu 1 summieren. Die Gewichte werden so gewählt, dass die Abweichung zwischen dem tatsächlichen Verlauf des Pro-Kopf-Einkommens in der Untersuchungsregion und der synthetischen Kontrolle im Zeitraum vor der Infrastruktur-Erweiterung minimal ist. Als Approximation für das Pro-Kopf-Einkommen verwenden wir das steuerbare Einkommen pro Steuereinheit. Um sicherzustellen, dass die synthetische Kontrolle für den Vergleich relevant ist, muss sie dem Untersuchungskanton hinsichtlich ökonomischer, demographischer und politischer Charakteristika gleichen, welche potenziell einen Einfluss auf das kantonale Pro-Kopf-Einkommen haben können. Im Optimierungsprozess wird der Übereinstimmung jener Charakteristika am meisten Bedeutung zugemessen, die die höchste Erklärungskraft für die Variation in der abhängigen Variable aufweisen.<sup>10</sup>

Wir ziehen eine breite Auswahl an Charakteristika in Betracht: erstens, den Anteil der Bevölkerung im Alter zwischen 20 und 64 Jahren, um mögliche demographische

Unterschiede zwischen den Kantonen abzubilden. Ein höherer Anteil an Personen im Erwerbsalter könnte ein höheres Pro-Kopf-Einkommen nach sich ziehen. Zweitens, die Bevölkerungsdichte als Mass für den Grad der Urbanisierung. Typischerweise ist das Pro-Kopf-Einkommen tiefer in ländlichen Gebieten. Drittens, die Anzahl neu gebauter Wohnungen pro Einwohner als Mass für die kantonale Bevölkerungsdynamik. Unterschiedliche Bevölkerungstrends, die bereits in den Jahren vor der Eröffnung einer neuen Autobahn einsetzen, könnten die Resultate verfälschen. Viertens, den Ausländeranteil. Ein hoher Ausländeranteil kann einen dämpfenden Effekt auf das Pro-Kopf-Einkommen ausüben, da Ausländer in der Schweiz historisch gesehen in Berufen mit unterdurchschnittlichem Verdienst tätig waren. Fünftens, die Anteile des primären, sekundären und tertiären Industriesektors, welche kantonale Differenzen in der ökonomischen Struktur abbilden. Ein hoher Anteil des primären Sektors zieht dabei ein tieferes Pro-Kopf-Einkommen nach sich. Sechstens, die Arbeitslosenrate, als Näherungswert für die strukturellen Unterschiede auf den Arbeitsmärkten zwischen den Kantonen. Schliesslich nehmen wir auch zwei politische Variablen in die Betrachtung mit auf: den Wähleranteil der Sozialdemokratischen Partei der Schweiz bei eidgenössischen Wahlen sowie den Kantons- und Gemeindesteuersatz in der Kantonshauptstadt für die 1 Prozent Steuerzahler mit dem höchsten Einkommen. Ein höherer Stimmanteil der Sozialdemokraten kann zu einem tieferen kantonalen Durchschnittseinkommen führen unter der Annahme, dass Sozialdemokraten eine höhere Staatsquote befürworten und dass diese öffentlichen Ausgaben mit verzerrenden Steuern bezahlt werden und zu keinen überproportional hohen Erträgen führen. Ein tiefer Steuersatz für das oberste 1 Prozent kann Steuerzahler mit sehr hohen Einkommen anziehen und dadurch ein überdurchschnittlich hohes Durchschnittseinkommen zur Folge haben.

Unsere Analysen betrachten jene Effekte der Infrastruktur-Erweiterung, die anhand des Durchschnittseinkommens messbar sind. Natürlich haben Verkehrsinfrastruktur-Erweiterungen auch gewisse Auswirkungen, die sich nicht in offiziellen Einkommensstatistiken niederschlagen, aber trotzdem zur Wohlfahrt beitragen können. Solche Effekte beinhalten beispielsweise kürzere Pendelzeiten, die Möglichkeit, den Arbeits- vom Wohnort zu trennen, oder ein gestiegenes Mass an Freizeitaktivitäten in erreichbarer Distanz.

Im Gegensatz zu den weit verbreiteten Infrastruktur-Analysen mittels Schätzungen von Produktions- oder Kostenfunktionen weist die synthetische Kontrolle den Vorteil auf, dass sie keiner expliziten Annahme über die zugrundeliegenden Produktions- oder Kostenfunktionen bedarf.

<sup>9</sup> Mögliche Spillover-Effekte auf andere Regionen werden in dieser Betrachtung vernachlässigt.

<sup>10</sup> Siehe Abadie, Diamond und Hainmueller (2010) für eine formale Erklärung der synthetischen Kontrolle.

Die Methode weist damit gewisse Ähnlichkeiten mit den vektorautoregressiven (VAR) Modellen auf. Auch VAR-Modelle verzichten darauf, im Vorhinein Annahmen über die Kausalitätsbeziehungen zwischen den verschiedenen Variablen zu treffen. Stattdessen werden alle Beziehungen zwischen den einzelnen Variablen – inklusive Rückkopplungseffekten – gleichzeitig und ausschliesslich auf der Grundlage von Daten bestimmt, was einen hohen Datenbedarf zur Folge hat (Ragnitz et al., 2013). Demgegenüber verzichtet die synthetische Kontrolle auf eine Modellierung der Beziehungen zwischen einzelnen Variablen, sondern vergleicht die Entwicklung der Untersuchungsvariable mit dem kontrafaktischen Verlauf der synthetischen Kontrolle.

Die Idee, die Wirkung von Infrastrukturmassnahmen mittels eines Vergleichs mit einer kontrafaktischen Situation zu vergleichen, ist nicht neu. Bereits Fogel (1964) hatte in seiner viel zitierten Untersuchung des Nutzens, welcher durch die Einführung der Eisenbahn in den Vereinigten Staaten im 19. Jahrhundert entstand, ein Vergleichszenario entwickelt, wie sich die landwirtschaftliche Produktion entwickelt hätte, wenn im Jahr 1890 immer noch nur die bereits vor dem Eisenbahnzeitalter bestehenden Verkehrsmittel wie Kanäle und Pferdekutschen zur Verfügung gestanden hätten. Er konnte indes seine kontrafaktische Entwicklung nicht mittels einer Vergleichsgruppe nachbilden.<sup>11</sup>

## 2.2 Identifikation des Effekts

Investitionen in Verkehrsnetze können durch regional-ökonomische Überlegungen beeinflusst werden – auch dann, wenn die politische Entscheidung (wie in den betrachteten Fallstudien) auf der übergeordneten eidgenössischen Stufe getätigt wird. So kann der Bund beispielsweise den Bau von Autobahnen in Regionen priorisieren, in denen ein starker Verkehrsanstieg zu verzeichnen ist. Eine solche Situation kann zu möglichen Endogenitätsbedenken führen: Ist die neue Infrastruktur in der Tat die Ursache für das beobachtete Wachstum in späteren Perioden? Oder reflektiert die Netzwerk-Erweiterung primär die Erwartung von zukünftigem Wachstum? Die Identifikation eines kausalen Effekts von Verkehrsinfrastruktur-Erweiterungen auf ökonomische Variablen ist deshalb eine Herausforderung (siehe auch Datta, 2012).

Unsere Identifikationsstrategie basierend auf der Methode der synthetischen Kontrolle ist imstande, diesen Herausforderungen zu begegnen. Ähnlich wie Strittmatter und Sunde (2013, S. 3) argumentieren wir, dass es durchaus der Fall sein kann, dass eine Netzwerk-Erweiterung in einem Bezug zum ökonomischen Ausblick einer Region steht. Das konkrete Jahr, in welchem ein neues Autobahn-teilstück eröffnet wird, ist hingegen weitgehend zufällig, in Anbetracht, dass die Inbetriebnahme einer neuen Autobahn respektive eines Strassentunnels sowohl einen längeren politischen Prozess als auch eine Bauphase von mehreren Jahren beinhaltet.

Im Falle des Gotthard-Strassentunnels datieren die ersten öffentlichen Forderungen für den Bau eines Strassentunnels durch den Gotthard zurück in das Jahr 1939, wie Peyer (1982, S. 30–32) in seiner Zusammenfassung der Planungs- und Bauphase des Tunnels festhält. Erst im Jahr 1960 jedoch wurde der Planungsprozess auf eidgenössischer Ebene gestartet, und er mündete in einen 300-seitigen Bericht, der den Bau eines Tunnels von Göschenen nach Airolo vorschlug, um eine ganzjährige Strassenverbindung durch den Gotthard sicherzustellen. 1965 wurde dieser Vorschlag durch das eidgenössische Parlament verabschiedet, und im Jahr 1968 billigte der Schweizer Bundesrat das Bauprojekt. Der eigentliche Bau begann im Jahr 1970 und endete im September 1980 mit der Übergabe des Tunnels an die Öffentlichkeit.

Der Eröffnungszeitpunkt des Autobahnabschnitts zwischen Genf und Lausanne wurde massgeblich durch einen politischen Anlass beeinflusst – die Landesausstellung in Lausanne im Jahr 1964. Wie Fischer und Volk (1999) festhalten, war dieser Autobahn-Teilabschnitt der einzige, für den der Bund eine provisorische Finanzierung anwandte, um die zeitgerechte Vollendung sicherzustellen.

Aus methodischer Sicht ist es wichtig, dass die Kantone, die Bestandteil der synthetischen Kontrolle sind, keine ähnlichen Netzwerk-Erweiterungen zum gleichen Zeitpunkt wie die Untersuchungsregion erfuhren. Andernfalls könnte die synthetische Kontrolle die Resultate verfälschen. Idealerweise könnten wir demnach Infrastruktur-Erweiterungen betrachten, die in Isolation geschehen.

Leider wurde ein grosser Teil des Schweizer Autobahnnetzes in den 1960er- und 1970er-Jahren erstellt. Es würde helfen, all diese Kantone von der Analyse auszuschliessen, um eine mögliche Verzerrung des Effekts durch die Netzwerk-Erweiterungen in diesen Kantonen zu vermeiden. Gleichzeitig würde ein solcher Ausschluss aber auch die Übereinstimmung der Untersuchungsregion mit der synthetischen Kontrolle schmälern hinsichtlich ihrer

<sup>11</sup> Siehe z.B. Donaldson und Hornbeck (2013) für eine Zusammenfassung und Kritik von Fogels Erkenntnissen.

ökonomischen, demographischen und politischen Charakteristika.

Um dieser Herausforderung zu begegnen, werden in einem ersten Schritt alle Kantone in die Grundspezifikation aufgenommen, die nicht direkt von der untersuchten Netzwerk-Erweiterung betroffen waren. Die so ermittelte synthetische Kontrolle kann somit auch Kantone beinhalten, die vergleichbare Autobahneröffnungen zu einem ähnlichen Zeitpunkt zu verzeichnen hatten. Ziel ist es, eine bestmögliche Übereinstimmung der Charakteristika vor der Infrastruktur-Erweiterung zwischen dem tatsächlichen Kanton und seiner synthetischen Kontrolle zu erreichen.

In einem zweiten Schritt untersuchen wir die Robustheit unserer Ergebnisse, indem alle Kantone von der synthetischen Kontrolle ausgeschlossen werden, die fünf Jahre vor oder nach der Autobahn-Eröffnung eine ähnliche Netzwerk-Erweiterung aufzuweisen hatten. In einem dritten Schritt werden alle Kantone, die in der Grundspezifikation einen grossen Anteil an der synthetischen Kontrolle ausmachen, einer nach dem anderen ausgeschlossen. Diese Reihe von Robustheitsanalysen stellt auch sicher, dass die Resultate nicht durch anderweitige kantonsspezifische Schocks (z. B. Veränderungen im Steuersatz oder verbesserte Erschliessung mit dem öffentlichen Verkehr), die in keinem Zusammenhang mit dem Autobahn-Netz stehen, verursacht werden.

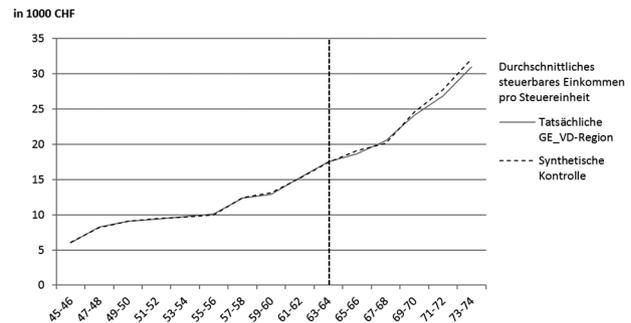
## 3 Ergebnisse

### 3.1 A1: Genf-Lausanne (Waadt)

#### 3.1.1 Hauptergebnisse

Abbildung 2 zeigt die Entwicklung des durchschnittlichen steuerbaren Einkommens pro Steuereinheit für die kombinierte Region Genf–Waadt (GE\_VD) sowie für die Grundspezifikation der synthetischen Kontrolle. Die synthetische Kontrolle wurde auf der Grundlage der demographischen, ökonomischen und politischen Variablen berechnet, die im Abschnitt 2 vorgestellt wurden: Anteil der Bevölkerung zwischen 20 und 64 Jahren, Bevölkerungsdichte, Anzahl der neu erstellten Wohnungen pro Einwohner, Ausländeranteil, Anteil der wirtschaftlichen Leistung im primären, sekundären und tertiären Sektor, Arbeitslosenrate, Wähleranteil der Sozialdemokratischen Partei der Schweiz bei eidgenössischen Wahlen sowie der Kantons- und Gemeindesteuersatz in der Kantonshauptstadt für das oberste 1 Prozent der Einkommen. Analog zu Abadie, Diamond und Hainmueller (2010) wurden auch die Werte des steuer-

baren Einkommens pro Steuereinheit in den Jahren 1946, 1954 und 1962<sup>12</sup> als Variablen miteinbezogen.



**Abbildung 2:** Durchschnittliches steuerbares Einkommen pro Steuereinheit: Entwicklung der kombinierten GE\_VD-Region und ihrer synthetischen Kontrolle

Der Optimierungsprozess zieht die gesamte Periode 1946–1962 vor der Eröffnung des Autobahnabschnitts in Betracht und verwendet Durchschnittswerte der Variablen über denselben Zeitraum. Für die synthetische Kontrolle kommen alle Kantone in Frage, ausser Genf, Waadt sowie der Kanton Jura, der erst im Jahr 1979 gegründet wurde.

Abbildung 2 zeigt, dass das Pro-Kopf-Einkommen in den Jahren nach 1964 in der Region GE\_VD nicht stärker angestiegen ist als die synthetische Kontrolle. Die Resultate der Grundspezifikation deuten gar darauf hin, dass sich die Region GE\_VD in der ersten Hälfte der 1970er-Jahre im Vergleich zur synthetischen Kontrolle leicht unterdurchschnittlich entwickelt hat.

Tabelle 1 enthält die Details zur Zusammensetzung der synthetischen Kontrolle (linke Hälfte) und gibt Auskunft über das Mass an Übereinstimmung der verschiedenen Variablen vor der Autobahneröffnung (rechte Hälfte). Wie beschrieben stellt die Methode der synthetischen Kontrolle sicher, dass jene Variablen, welche die höchste Erklärungskraft für die abhängige Variable aufweisen, am besten übereinstimmen (Abadie, Diamond & Hainmueller, 2010, S. 500). Die meisten Variablen weisen eine relativ hohe Übereinstimmung zwischen der tatsächlichen GE\_VD-Region und der synthetischen Kontrolle auf. Eine nennenswerte Ausnahme ist die Bevölkerungsdichte, die in der synthetischen Kontrolle deutlich höher liegt als in der tatsächlichen GE\_VD-Region.

<sup>12</sup> Jahreszahlen im Text beziehen sich immer auf das spätere Jahr einer Zwei-Jahres-Steuerperiode. 1962 beispielsweise bezeichnet die Periode 1961/1962.

**Tabelle 1:** Details zur synthetischen Kontrolle für die kombinierte GE\_VD-Region

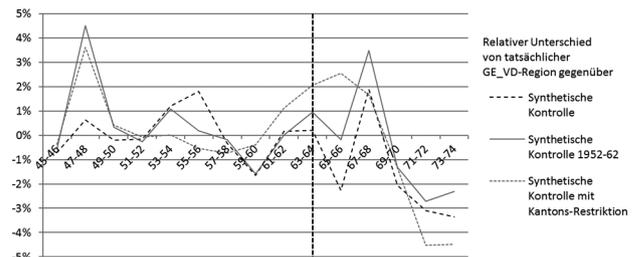
A. Zusammen- setzung		B. Vor-Eröffnungs-Charakteristika		
Kan- ton	Gewicht	Variable	Tatsächli- che GE_VD- Region	Syntheti- sche GE_VD- Region
BS	0.035	Bevölkerungsanteil 20–64 Jahre (%)	62.812	62.109
GR	0.090	Bevölkerungsdichte (Einwohner pro km <sup>2</sup> )	202.1	487.5
TI	0.343	Neu erstellte Wohnungen pro Einwohner (%)	0.674	0.640
ZH	0.531	Ausländeranteil (%)	13.181	12.202
		Anteil des primären Sektors (%)	9.932	11.326
		Anteil des sekundären Sektors (%)	40.046	45.334
		Anteil des tertiären Sektors (%)	49.868	43.015
		Arbeitslosenrate (%)	0.189	0.218
		Wähleranteil der Sozialdemokraten (%)	20.613	23.986
		Steuersatz für das oberste 1 Prozent der Einkommen (%)	16.246	18.442
		Abhängige Variable (1946)	6'052	6'096
		Abhängige Variable (1954)	9'769	9'653
		Abhängige Variable (1962)	15'272	15'246

### 3.1.2 Robustheit der Ergebnisse

Abbildung 2 legt nahe, dass die neue Autobahn zwischen Genf und Lausanne keinen nennenswerten Einfluss auf das Durchschnittseinkommen in der kombinierten Region der beiden Kantone ausübte. Im Folgenden wird die Robustheit dieses Resultats in verschiedener Hinsicht untersucht.

Abbildung 3 zeigt die Resultate des ersten Teils der Robustheitsanalysen. Die Linien repräsentieren die prozentuale Abweichung zwischen dem tatsächlichen Verlauf des Pro-Kopf-Einkommens und der kontrafaktischen Entwicklung für verschiedene Spezifikationen der synthetischen Kontrolle. Die gestrichelte Linie entspricht der in Abbildung 2 vorgestellten Grundspezifikation, die keine

Anzeichen für einen positiven Einfluss in den Jahren nach der Eröffnung der neuen Autobahn enthält. Vielmehr scheint die GE\_VD-Region, wie beschrieben, im Vergleich zur synthetischen Kontrolle eine unterdurchschnittliche Entwicklung durchlaufen zu haben, besonders während der frühen 1970er-Jahre.



**Abbildung 3:** Robustheitsanalyse: Relative Entwicklung des durchschnittlichen steuerbaren Einkommens pro Steuereinheit in der GE\_VD-Region im Vergleich zu verschiedenen synthetischen Kontrollen

Kantone sind einem stetigen Wandel unterlegen. Aus diesem Grund kann die Länge der Optimierungsperiode, die der synthetischen Kontrolle zugrunde liegt, einen Einfluss auf die Ergebnisse nach sich ziehen. Deshalb zeigt die durchgezogene Linie den Verlauf basierend auf einer synthetischen Kontrolle, die auf der Grundlage einer kürzeren Optimierungsperiode 1952–1962 berechnet wurde. Zwei Beobachtungen fallen auf: Erstens zeigt das Pro-Kopf-Einkommen eine relativ grosse Abweichung von der synthetischen Kontrolle während der Periode 1947/1948, als ein ausserordentlicher Inflationsabzug die rapportierten steuerbaren Einkommen beeinflusste. Zweitens ist weiterhin kein konsistenter Anstieg des Pro-Kopf-Einkommens für die Zeit nach 1964 sichtbar. Für die Periode 1967/1968 zeigen die Resultate zwar eine deutlich positive Differenz von 3,5%, es ist jedoch unwahrscheinlich, dass dieser temporäre Anstieg im Einkommen während genau einer Periode auf die Autobahn, die nach ihrer Eröffnung von dauerhafter Natur war, zurückzuführen ist. Viel eher wurde diese kurzfristige Differenz durch einen starken Anstieg in der Zahl der Steuerzahler während dieser Jahre verursacht.<sup>13</sup>

Bislang wurde nur der Kanton Jura von der Konstruktion der synthetischen Kontrolle ausgeschlossen. Neben Genf und Waadt begannen aber auch gewisse andere Kantone in den 1960er-Jahren mit dem Bau erster Autobahnen. Der Einbezug dieser Kantone könnte unter Umständen die

<sup>13</sup> Für eine detailliertere Diskussion dieses Effekts siehe die nachfolgenden Ergebnisse für den Kanton Tessin.

Ergebnisse verfälschen. Insbesondere könnte ein möglicher positiver Einfluss der Autobahn zwischen Genf und Lausanne unterschätzt werden, falls andere Kantone, die ähnliche positive Einflüsse zu verzeichnen hatten, Teil der synthetischen Kontrolle sind. Von den vier Kantonen in der Grundspezifikation erfuhr ein Kanton – Zürich – ähnliche Verkehrsinfrastruktur-Erweiterungen: Eröffnung der Autobahn A3 entlang des Zürichsees sowie der kantonalen Autobahn A51 nach Bülach.

Die zusätzlichen Robustheitsanalysen zeigen, dass die Abwesenheit eines positiven Effekts in der GE\_VD-Region nicht auf Autobahnnetz-Erweiterungen in anderen Kantonen zurückzuführen ist. So zeigt die gepunktete Linie in Abbildung 3 das Resultat einer Optimierung, die von der synthetischen Kontrolle alle anderen Kantone ausschliesst, welche fünf Jahre vor oder nach der Autobahneröffnung in Genf und Lausanne selber eine grössere Autobahneröffnung zu verzeichnen hatten.<sup>14</sup> Für den Zeitraum nach 1964 sind die Resultate nicht eindeutig, da auf zwei Perioden mit einer positiven Abweichung von rund 2% eine unterdurchschnittliche Entwicklung noch grösseren Ausmasses folgt. Bereits während der Jahre vor der Eröffnung lagen die tatsächlichen Werte für die GE\_VD-Region indes oberhalb der synthetischen Kontrolle. Diese Abweichungen deuten darauf hin, dass die synthetische Kontrolle aufgrund der Restriktion der zur Verfügung stehenden Vergleichskantone eine weniger geeignete Vergleichsgrösse darstellt als die Grundspezifikation. Das Fehlen eines positiven Effekts wird denn auch durch einen einfachen Vergleich des Anstiegs im Pro-Kopf-Einkommen zwischen der GE\_VD-Region und der übrigen Schweiz zehn Jahre nach der Eröffnung des Autobahnabschnitts bestätigt.<sup>15</sup>

Weitere Analysen, die einzelne Kantone aus der synthetischen Kontrolle ausschliessen, um mögliche kantonspezifische Einflüsse zu isolieren, bestätigen das Ergebnis, dass die Genf-Waadt-Region in den Jahren nach der Eröffnung des A1-Autobahnabschnitts keine überdurchschnittliche wirtschaftliche Entwicklung durchlief.

### 3.1.3 Unterstützende Evidenz

1978 verfassten Barbier et al. (1978) einen Bericht zu den Auswirkungen der Autobahn zwischen Genf und Lausanne 12 Jahre nach ihrer Einweihung. Die Studie unternimmt keinen Versuch, den volkswirtschaftlichen Netto-Effekt

der neuen Autobahn für die kombinierte Region zu quantifizieren, sondern fokussiert auf deren lokalen Effekt.<sup>16</sup>

Gemäss jener Analyse fiel der Hauptnutzen der neuen Autobahn in den beiden Städten an, und zwar in der Form von weniger Verkehrsstau und einer verbesserten Erreichbarkeit der Vorstädte entlang der Autobahn. Als Folge davon gewannen die Städte ihre Attraktivität zurück und waren für einen grossen Teil des regionalen Bevölkerungswachstums und Beschäftigungswachstums verantwortlich. Insbesondere die Vorstädte entlang der Autobahnen zogen Unternehmen aus weniger gut erreichbaren Bereichen der Agglomeration an und wurden Anziehungsmagnete für neue Detailhandelsgeschäfte.

Gleichzeitig führte die Autobahn auch zu einer Dezentralisierung der Wohnorte und zu einem Anstieg des Pendlerverkehrs. Prozentual gesehen war das Bevölkerungswachstum zwischen 1955 und 1975 am höchsten in den Bezirken der beiden Satellitenzentren Nyon und Morges. Aber auch kleinere Gemeinden in der Region, die attraktive Wohngelegenheiten boten, verzeichneten einen Einwohneranstieg. Einen Kontrast zu dieser Entwicklung bildeten die ländlichen Regionen Rolle und insbesondere Aubonne, die zwar ebenfalls am Seeufer, aber weiter weg von den beiden Agglomerationen liegen. Beide Bezirke zogen keinen sichtbaren Nutzen aus der neuen Autobahn während des ersten Jahrzehnts nach ihrer Eröffnung.

Die Autobahn stiftete auch Nutzen, der nicht in Einwohner- oder Beschäftigungsstatistiken sichtbar ist. So reduzierte die neue Autobahn die Reisezeiten um 30 bis 45%, halbierte die Anzahl der Unfälle und ermöglichte dank der Umfahrung eine Stabilisierung des Verkehrs im Stadtzentrum von Lausanne.

Aus einer Verkehrssystem-Sicht war die neue Autobahn ein unbestrittener Erfolg. Bereits im Jahr 1970 wurden über 60% des regionalen Verkehrs über die Autobahn, die nur 18% des regionalen Verkehrsnetzes ausmachte, abgewickelt. Als Folge davon stabilisierte sich der Verkehr auf der kantonalen Hauptstrasse entlang des Sees auf einem Niveau, das deutlich tiefer lag als in den Jahren vor der Autobahneröffnung. Zudem wurde die gesamte Verkehrszunahme auf der Strecke zwischen Genf und Lausanne während der ersten 12 Jahre nach der Eröffnung der A1 durch die Autobahn absorbiert.

Insgesamt sind die Erkenntnisse von Barbier et al. (1978) konsistent mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie: Der A1-Autobahnabschnitt zwischen Genf und Lausanne hatte keinen erkennbaren Effekt auf das Pro-

<sup>14</sup> Es handelte sich hierbei um die Kantone Aargau, Bern, Basellandschaft, St. Gallen, Schaffhausen, Solothurn, Schwyz und Zürich.

<sup>15</sup> Die Resultate der zusätzlichen Robustheitsanalysen sind von den Autoren auf Anfrage verfügbar.

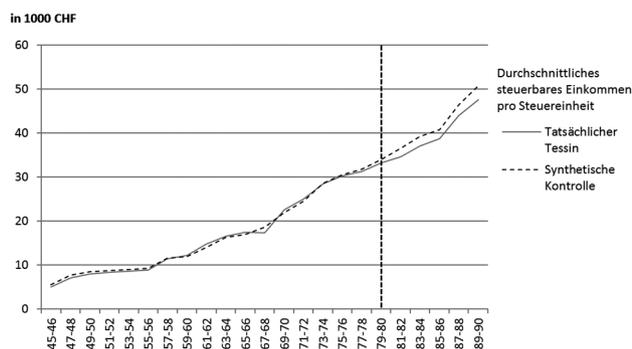
<sup>16</sup> Sofern nicht anders angegeben, stammen alle Angaben in diesem Abschnitt aus der Studie von Barbier et al. (1978).

Kopf-Einkommen in der Region, stiftete aber verschiedene andere Formen von Nutzen für die Einwohner. Verkürzte Pendelzeiten boten beispielsweise die Möglichkeit, in der Stadt zu arbeiten, aber ausserhalb der grossen Agglomerationen im Grünen zu wohnen. Gemäss Obermeyer, Evangelinos und Beshertz (2013, S. 118) können Verringerungen von Pendelzeiten, wenn monetär quantifiziert, 70 bis 90% des Gesamtwerts eines Verkehrsprojekts darstellen.

## 3.2 A2: Gotthard-Strassentunnel (Tessin)

### 3.2.1 Hauptergebnisse

Abbildung 4 zeigt die Entwicklung des durchschnittlichen steuerbaren Einkommens pro Steuereinheit im Kanton Tessin im Vergleich zu seiner synthetischen Kontrolle. Zur Berechnung der Grundspezifikation der synthetischen Kontrolle wurde das steuerbare Einkommen pro Steuereinheit in den Jahren 1958, 1968 und 1978 verwendet. Für die anderen Variablen wurde der Durchschnitt über einen 20-Jahres-Zeitraum vor der Eröffnung des Tunnels gebildet.<sup>17</sup> Dieselbe 20-Jahres-Periode wurde auch im Optimierungsprozess zur Bestimmung der Gewichte der einzelnen Kantone in der synthetischen Kontrolle verwendet. Abbildung 4 zeigt, dass das Pro-Kopf-Einkommen im Tessin in den Jahren nach der Strassentunnel-Eröffnung 1980 nicht höher lag als in der synthetischen Kontrolle. Das Resultat deutet vielmehr auf eine unterdurchschnittliche Entwicklung hin.



**Abbildung 4:** Durchschnittliches steuerbares Einkommen pro Steuereinheit: Entwicklung des Tessins und seiner synthetischen Kontrolle

<sup>17</sup> Für die Anzahl neu erbauter Wohnungen pro Einwohner war die Zeitspanne für die Bestimmung des Mittelwerts kürzer aufgrund eines Bruchs in der Datenreihe im Jahr 1967.

Tabelle 2 enthält die Details zu den Gewichten der einzelnen Kantone in der synthetischen Kontrolle (linke Hälfte) sowie zu den Variablen in der Vor-Eröffnungszeit (rechte Hälfte). Die Zusammensetzung der synthetischen Kontrolle zeigt dabei, dass sie zu rund 3/4 aus dem Kanton Waadt besteht. Es wird folglich wichtig sein, die Sensitivität des Ergebnisses hinsichtlich des Ein- oder Ausschlusses des Kantons Waadt aus der synthetischen Kontrolle zu prüfen.

**Tabelle 2:** Details zur synthetischen Kontrolle für den Kanton Tessin

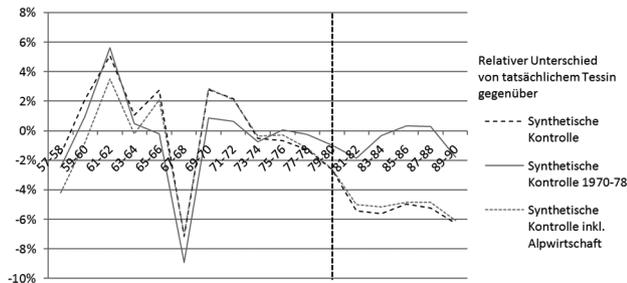
A. Zusammen- setzung		B. Vor-Eröffnungs-Charakteristika		
Kan- ton	Gewicht	Variable	Tatsächli- cher TI	Syntheti- scher TI
GL	0.236	Bevölkerungsanteil 20–64 Jahre (%)	59.997	59.020
VD	0.764	Bevölkerungsdichte (Einwohner pro km <sup>2</sup> )	83.2	143.3
		Neu erstellte Wohnungen pro Einwohner (%)	1.330	0.853
		Ausländeranteil (%)	23.484	17.607
		Anteil des primären Sektors (%)	6.761	9.387
		Anteil des sekundären Sektors (%)	42.197	45.472
		Anteil des tertiären Sektors (%)	50.524	45.024
		Arbeitslosenrate (%)	0.131	0.080
		Wähleranteil der Sozialdemokraten (%)	16.473	21.003
		Steuersatz für das oberste 1 Prozent der Einkommen (%)	19.745	20.632
		Abhängige Variable (1958)	11'448	11'632
		Abhängige Variable (1968)	17'318	18'654
		Abhängige Variable (1978)	31'391	31'800

Im Vergleich zur Fallstudie Genf–Waadt ist die Übereinstimmung zwischen dem tatsächlichen Kanton Tessin und seiner synthetischen Kontrolle geringer. Erneut ist die Abweichung für die Bevölkerungsdichte relativ hoch.

### 3.2.2 Robustheit der Ergebnisse

Die Robustheit der Ergebnisse der Grundspezifikation wird in mehrerlei Hinsicht untersucht. In einem ersten Schritt ändern wir die Optimierungsparameter zur Berechnung

der synthetischen Kontrolle; die entsprechenden Ergebnisse sind in Abbildung 5 dargestellt.



**Abbildung 5:** Robustheitsanalyse: Relative Entwicklung des durchschnittlichen steuerbaren Einkommens pro Steuereinheit im Tessin im Vergleich zu verschiedenen synthetischen Kontrollen

Die gestrichelte Linie spiegelt die Grundspezifikation wider. Die Abbildung zeigt auf, dass die Übereinstimmung der synthetischen Kontrolle mit der tatsächlichen Entwicklung des Kantons Tessin während des Vor-Eröffnungszeitraums auch für das Pro-Kopf-Einkommen weniger hoch lag als im Genf-Waadt-Fall. Insbesondere in der Periode 1967/1968 zeigt der tatsächliche Wert eine starke Abweichung von der synthetischen Kontrolle um mehr als 7%. Grund für diese Divergenz ist ein deutlicher Anstieg der Anzahl steuerpflichtiger Personen im Zeitraum 1965/1966 und 1967/1968, verursacht durch relativ hohe Inflationsraten von 4 bis 5% in den Jahren 1966 und 1967.<sup>18</sup> Der Anstieg war stärker in ärmeren Kantonen mit einem grösseren Anteil an Personen unterhalb des Einkommenfreibetrags und führte zu einer veränderten Zusammensetzung der Steuerzahler, welche zwischen den Kantonen unterschiedlich ausfiel. In der Periode 1969/1970 wurde der Freibetrag erhöht, was eine erneute Veränderung der Steuerbasis nach sich zog.

Aus diesem Grund zeigt die durchgezogene Linie das Ergebnis einer alternativen synthetischen Kontrolle, welche auf der Basis einer verkürzten Optimierungsperiode 1970–1978 berechnet wurde. Die negative Abweichung des tatsächlichen Verlaufs des Kantons Tessin von seiner synthetischen Kontrolle im Zeitraum nach der Eröffnung des Gotthard-Strasentunnels wird dadurch deutlich kleiner, von -6% hin zu einem Wert zwischen 0 und -2%. Es finden sich jedoch weiterhin keine Anzeichen für einen positiven Effekt der Tunnel-Eröffnung auf das Pro-Kopf-Einkommen.

<sup>18</sup> Die Zahl der Steuereinheiten stieg in der Schweiz um durchschnittlich 19,5% in der Periode 1965/1966 und um 14,9% in der Periode 1967/1968. Im Tessin lagen die entsprechenden Wachstumsraten gar noch höher, bei 30,0% respektive 18,6%.

Der Tourismus spielt für den Kanton Tessin eine besonders wichtige Rolle<sup>19</sup>. Sollte die synthetische Kontrolle diese Eigenheit nicht angemessen widerspiegeln, würde die synthetische Kontrolle unter Umständen keinen relevanten kontrafaktischen Verlauf beschreiben. Wir testen eine solche potenzielle Beeinträchtigung unserer Resultate, indem wir eine zusätzliche Variable in die Analyse mit einbeziehen. Die zusätzliche Variable ist die Anzahl Hektar alpwirtschaftlicher Nutzflächen im Jahr 1980, welche einen grossen Teil der interkantonalen Varianz in der Anzahl der Logiernächte erklärt.<sup>20</sup> Die gepunktete Linie zeigt die Differenz zwischen dem tatsächlichen Kanton Tessin und der entsprechenden synthetischen Kontrolle. Erneut liegt der Verlauf sehr nahe bei demjenigen der Grundspezifikation.

Insgesamt zeigt die Abbildung 5 ein konsistentes Bild: Während der Jahre nach der Eröffnung des Gotthard-Strasentunnels wuchs das Pro-Kopf-Einkommen im Tessin nicht überproportional im Vergleich zur synthetischen Kontrolle. Vielmehr deuten die Resultate darauf hin, dass sich das Tessiner Durchschnittseinkommen nach 1980 unterdurchschnittlich entwickelt hat. Dieser Trend scheint indes bereits Mitte der 1970er-Jahre eingesetzt zu haben und war deshalb nicht notwendigerweise ein Resultat der Tunnel-Eröffnung.

Analog zur Genf-Waadt-Fallstudie untersuchen wir in einem nächsten Schritt, ob die Ergebnisse durch kantonspezifische Entwicklungen beeinflusst wurden. Insbesondere der Kanton Waadt könnte einen Einfluss auf die Ergebnisse ausüben, da ihm in der Grundspezifikation der synthetischen Kontrolle grosses Gewicht zukommt und im Jahr 1981 die A12 zwischen Bulle und Vevey fertiggestellt wurde.<sup>21</sup>

Die Robustheitsanalysen bestätigen den Befund, dass sich der Kanton Tessin in den Jahren nach der Tunnel-Eröffnung nicht überdurchschnittlich entwickelt hat.<sup>22</sup> Der Ein- oder Ausschluss des Kantons Waadt scheint dabei für das Ergebnis in der Tat eine entscheidende Rolle zu spielen: Wird der Kanton Waadt aus der synthetischen Kontrolle ausgeschlossen, verringert sich die Differenz zwi-

<sup>19</sup> Im Jahr 1980 wies der Kanton Tessin einen Wert von 28 Touristen-nächten pro Einwohner auf, im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt von 12 (Peyer, 1982, S. 25).

<sup>20</sup> Wir verwenden diesen Näherungswert, da Informationen zur Anzahl der Logiernächte vor 2003 nicht pro Kanton verfügbar sind (nur pro touristischer Region).

<sup>21</sup> Andere Kantone mit massgeblichen Autobahneröffnungen zu einem ähnlichen Zeitpunkt waren Graubünden, Fribourg, Luzern, Nidwalden, Thurgau, Uri und Wallis.

<sup>22</sup> Die zusätzlichen Analysen werden aus Platzgründen nicht im Detail ausgeführt, sind aber von den Autoren auf Anfrage erhältlich.

schen dem tatsächlichen Verlauf des Pro-Kopf-Einkommens im Tessin und der synthetischen Kontrolle deutlich. Die grosse Abweichung, die für die Grundspezifikation in den späten 1970er- und 1980er-Jahren sichtbar ist, scheint also in erster Linie auf ein überdurchschnittliches Einkommenswachstum im Kanton Waadt hinzudeuten, denn auf ein unterdurchschnittliches Wachstum im Kanton Tessin. Dieses Resultat wird auch durch einen einfachen Vergleich des Anstiegs im Pro-Kopf-Einkommen zwischen dem Tessin und der übrigen Schweiz 10 Jahre nach der Tunnel-Eröffnung bestätigt.

Eine mögliche Erklärung für das Fehlen eines positiven Einflusses der Tunnel-Eröffnung 1980 könnte sein, dass der Kanton Tessin während der Bauphase des Gotthard-Strassentunnels zwischen 1970 und 1980 von einem einmaligen Wachstumsimpuls profitiert hat, insbesondere in der Bauindustrie. In diesem Fall wäre die synthetische Kontrolle der Grundspezifikation nicht repräsentativ.

Diese Hypothese erhärtet sich jedoch nicht, wenn das Jahr 1970 statt 1980 als entscheidendes Jahr der Massnahme verwendet wird. So wies der Kanton Tessin in den 1970er-Jahren kein überdurchschnittliches Wachstum auf. Weder die Eröffnung des Gotthard-Strassentunnels noch dessen Bau scheinen also in der Südschweiz zu einem Anstieg des Pro-Kopf-Einkommens geführt zu haben.

### 3.2.3 Unterstützende Evidenz

Der Bau des Gotthard-Strassentunnels hatte keinen langfristig positiven Einfluss auf den Tourismus und damit auf die Tessiner Wirtschaft. Dies zeigen auch die Informationen zu den Logiernächten des *Bundesamts für Statistik*. Die Anzahl der Logiernächte im Kanton Tessin stieg in den ersten Jahren nach der Tunnel-Eröffnung leicht überdurchschnittlich an. So erhöhte sich die Anzahl der Übernachtungen zwischen 1979 und 1981 im Tessin um 22,1%, verglichen mit einem Anstieg vom 17,8% in der Gesamtschweiz.<sup>23</sup> Das Berner Oberland war die einzige touristische Region, welche im gleichen Zeitraum einen noch höheren Anstieg verzeichnete (27,3%). Der Anstieg der Anzahl Logiernächte im Kanton Tessin war jedoch nicht von Dauer. In den fünf Jahren nach 1981 verlor das Tessin 9,9% an Logiernächten, fast doppelt so viel wie der Schweizer Durchschnitt von 5,0%. Der Trend einer unter-

<sup>23</sup> Dieser Anstieg war auch sichtbar an der Anzahl der Passagiere der Bergbahnen in der Leventina. Sowohl die Gondelbahn Airolo – Sasso della Boggia als auch die Standseilbahn Piotta – Ritom erlebten Passagieranstiege im Jahr nach der Tunnel-Eröffnung, wie Peyer (1982) berichtet.

durchschnittlichen Entwicklung setzte sich in den 1990er-Jahren fort.

Die negativen Effekte waren besonders ausgeprägt für die Leventina-Region, die sich direkt südlich des Gotthard-Strassentunnels zwischen Airolo und Biasca befindet. Nach der Eröffnung des Tunnels und der Fertigstellung der Autobahn durch die Region Leventina in den frühen 1980er-Jahren nahm das Touristenaufkommen in den kleineren Ortschaften, welche fortan umfahren wurden, spürbar ab.

Gemäss Zahlen des *Bundesamts für Statistik* sank die jährliche Anzahl Gäste in Faido um 30%, von durchschnittlich 8'180 während der Jahre 1970–1979 auf 5'740 während der Jahre 1981–1990. In Ambri-Piotta war der Rückgang noch stärker (-45%). Im Gegensatz dazu blieb in Airolo die Anzahl Gäste stabil mit +2%, und Biasca hatte gar einen Anstieg von +15% zu verzeichnen. Ein weiterer negativer Effekt war, dass nach der Eröffnung des Tunnels ein starker Rückgang an Reparaturarbeiten in den Automobil-Werkstätten in der Leventina zu verzeichnen war (Peyer, 1982).

Insgesamt scheint der Gotthard-Strassentunnel im Jahrzehnt nach seiner Eröffnung zu keinem Anstieg des Tessiner Pro-Kopf-Einkommens geführt zu haben, trotz seiner zentralen Rolle für den alpenüberquerenden Verkehr. In den ersten zwölf Monaten nach der Eröffnung des Tunnels erhöhte sich die Zahl an Automobilen auf der Gotthard-Route verglichen mit dem Durchschnitt während der Jahre 1970–1979 um 121% (Peyer, 1982, S. 42–43). Die Anzahl Lastwagen auf der Gotthard-Route erhöhte sich noch stärker: In den Sommermonaten der Jahre 1979/1980 überquerten ungefähr 21'000 Lastwagen den Gotthard-Pass. Nach der Tunnelöffnung 1981 waren auf der Gotthard-Route ungefähr 170'000 Lastwagen zu verzeichnen. Gleichzeitig reduzierte sich die Anzahl Lastwagen auf der Route über den San Bernardino auf weniger als die Hälfte (Service d'étude des transports, 1983).

## 4 Fazit

Verschiedene Studien haben in den vergangenen Jahren gezeigt, dass Erweiterungen der Verkehrsinfrastruktur die regionale Wirtschaftsentwicklung entscheidend beeinflussen können. Nicht immer handelt es sich jedoch bei solchen Effekten um einen Netto-Einkommenszuwachs; eine neue Verkehrsverbindung kann auch gewisse Regionen auf Kosten anderer Regionen begünstigen.

In dieser Studie untersuchen wir den regionalen Netto-Effekt von Erweiterungen des Schweizer Autobahnnetzes auf das Pro-Kopf-Einkommen. Wir verwenden hierzu die

Methode der synthetischen Kontrolle, die von Abadie, Diamond und Hainmueller (2010) entwickelt wurde. Dabei untersuchen wir zwei Fälle, in denen ein potenzieller Effekt nicht auf eine einfache Verlagerung von Personen oder Unternehmen von einer Region in die andere zurückzuführen ist. In beiden Fällen – dem Autobahnteilstück zwischen Genf und Lausanne sowie dem Gotthard-Strassentunnel – finden wir indes kurz- und mittelfristig wenig Anzeichen für einen positiven Einfluss der Netzwerkerweiterung auf das regionale Pro-Kopf-Einkommen.

Die beiden Fallstudien zeigen, dass fortgeschrittene Netzwerkerweiterungen – d. h. Verbesserungen von bereits bestehenden Verkehrsverbindungen in der Form erhöhter Kapazität oder Geschwindigkeit – nicht notwendigerweise zu einem erhöhten Pro-Kopf-Einkommen in der entsprechenden Region führen. Die Ergebnisse bestätigen die Erkenntnis aus früheren Studien (z. B. Frey, 1979), dass eine gut funktionierende Infrastruktur nur eine notwendige, nicht aber eine hinreichende Bedingung für regionales Wachstum darstellt.

Die Ergebnisse dieser beiden Fallbetrachtungen dürfen nur vorsichtig auf andere Verkehrsinfrastruktur-Erweiterungen übertragen werden. Gleichwohl lassen sich zwei Schlussfolgerungen für die Politik ableiten. Erstens zeigt das Beispiel des Gotthard-Strassentunnels, dass Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur keine Patentlösung für die Förderung der ökonomischen Entwicklung von peripheren Regionen darstellen – auch dann nicht, wenn sie möglicherweise einen namhaften Nutzen auf einer höheren makroökonomischen Ebene stiften. Zweitens legt das Genf-Lausanne-Beispiel nahe, dass der Nutzen der Errichtung einer schnelleren Verbindung zwischen zwei bereits weit entwickelten ökonomischen Zentren beschränkt ist. Letzteres Resultat ist relevant für die gegenwärtigen Diskussionen zum Bau von Hochgeschwindigkeitszugverbindungen zwischen grösseren Städten, unter der Annahme, dass Hochgeschwindigkeitsverbindungen in einem ähnlichen Verhältnis zu gewöhnlichen Bahnverbindungen stehen wie Autobahnen zu herkömmlichen Strassen.

## Anhang: Datenquellen

Bei der Mehrzahl der verwendeten Datenreihen handelt es sich um kantonale Werte. Wir approximieren das nominale Pro-Kopf-Einkommen nach dem Konzept des Bruttovolkeinkommens mit dem durchschnittlichen steuerbaren Einkommen pro Steuereinheit basierend auf einer aktualisierten Fassung der durch Schaltegger und Gorgas (2011) erfassten Daten. Das steuerbare Einkommen gemäss eidgenössischer Steuerveranlagung setzt sich zusammen

aus dem gesamten Arbeits- und Kapitaleinkommen abzüglich steuerlicher Abzüge und ist grundsätzlich auf einer Zwei-Jahres-Basis verfügbar. Für die Analyse verwenden wir die Steuerwerte ab dem Ende des Zweiten Weltkriegs (1945/1946) bis zur Steuerperiode 1995/1996. Wir berechnen das durchschnittliche steuerbare Einkommen pro Steuereinheit, indem wir das gesamte steuerbare Einkommen eines Kantons in einem gegebenen Jahr durch die Anzahl der Steuereinheiten (Haushalte und Einzelpersonen) dividieren. Diese Variable dient als Schätzung des durchschnittlichen nominalen Pro-Kopf-Einkommens der Einwohner eines Kantons.

Die Eröffnungsjahre der verschiedenen Abschnitte des Schweizer Nationalstrassennetzes wurden uns freundlicherweise durch das *Bundesamt für Strassen* zur Verfügung gestellt. Die Arbeitslosenrate wurde in verschiedenen Ausgaben des Schweizer Magazins *Die Volkswirtschaft* publiziert. Die Anteile der verschiedenen Branchen, die Bevölkerungsvariablen, der Wähleranteil der Sozialdemokratischen Partei der Schweiz sowie der Ausländeranteil stammen aus der *Historischen Statistik der Schweiz* respektive vom *Bundesamt für Statistik*. Wo erforderlich, wurden fehlende Datenpunkte linear interpoliert. Die Anzahl neu erbauter Wohnungen bezieht sich auf die in einem Jahr neu erstellten Wohnungen und stammt ebenfalls aus dem Magazin *Die Volkswirtschaft* (verschiedene Ausgaben). Die Informationen zur Anzahl Logiernächte sowie zur Anzahl Hektar alpwirtschaftlicher Nutzfläche wurden vom *Bundesamt für Statistik* bezogen. Der Kantons- und Gemeindesteuersatz für das oberste 1 Prozent der Einkommen in jeder Kantonshauptstadt wurde basierend auf Bundes- und Kantons-Steuerstatistiken berechnet (siehe Gorgas & Schaltegger, 2012, für Details).

**Danksagung:** Wir danken Lukas Buchheim, Stefan Legge, Simon Lüchinger, Christian Marti, Jürg Sandmeier, Christoph A. Schaltegger, Jörg Schläpfer, Christian Schmid, zwei anonymen Gutachtern sowie Seminar- und Konferenz-Teilnehmern an der Universität St. Gallen, dem Doctoral Meeting 2013 in Montpellier (Frankreich), Spring Meeting of Young Economists 2013 in Aarhus (Dänemark) und dem Annual Meeting of the Swiss Society of Economics and Statistics 2013 in Neuchâtel für hilfreiche Kommentare. Dem Schweizer Bundesamt für Strassen (ASTRA) sind wir dankbar für das Zurverfügungstellen der Eröffnungsjahre der verschiedenen Streckenabschnitte des Schweizer Nationalstrassennetzes.

## Literatur

- Abadie, A., Diamond, A., & Hainmueller, J. (2010). Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of California's tobacco control program. *Journal of the American Statistical Association*, 105(490), 493–505.
- Ahlfeldt, G. M. & Feddersen, A. (2010). From periphery to core: economic adjustments to high speed rail. LSE Research Online Working Paper.
- Ahlfeldt, G. M. & Wendland, N. (2011). Fifty years of urban accessibility: The impact of the urban railway network on the land gradient in Berlin 1890–1936. *Regional Science and Urban Economics*, 41(2), 77–88.
- Aschauer, D. A. (1989). Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, 23(2), 177–200.
- Atack, J., Bateman, F., Haines, M., & Margo, R. A. (2009). *Did Railroads Induce or Follow Economic Growth? Urbanization and Population Growth in the American Midwest, 1850–60*. Working Paper 14640, National Bureau of Economic Research.
- Banerjee, A., Duflo, E., & Qian, N. (2012). *On the Road: Access to Transportation Infrastructure and Economic Growth in China*. Working Paper 17897, National Bureau of Economic Research.
- Barbier, J., Bovy, P., Perret, F., & Veuve, L. (1978). *Etude des effets de l'autoroute Genève-Lausanne douze ans après sa mise en service*. Publication 2, Communauté d'Etudes pour l'Aménagement du Territoire, Lausanne.
- Baum-Snow, N. (2007). Did highways cause suburbanization? *The Quarterly Journal of Economics*, 122(2), 775–805.
- Bom, P. R. & Ligthart, J. E. (2011). What have we learned from three decades of research on the productivity of public capital? Mimeo, CentER and Department of Economics, Tilburg University.
- Bundesamt für Verkehr (2013). Anzahl Fahrten im alpenquerenden Strassengüterverkehr (nur Schweiz). Gefunden unter <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/05/blank/04.html>.
- Canning, D. & Bennathan, E. (2007). The rate of return to transportation infrastructure. In OECD & ECMT (Eds.), *Transport Infrastructure Investment and Economic Productivity. Report of the one hundred and thirty second round table on transport economics* (pp. 29–68). Paris: ECMT.
- 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.
- Crescenzi, R. & Rodríguez-Pose, A. (2012). Infrastructure and regional growth in the European Union. *Papers in Regional Science*, 91(3), 487–513.
- Datta, S. (2012). The impact of improved highways on Indian firms. *Journal of Development Economics*, 99(1), 46–57.
- Donaldson, D. (2010). *Railroads of the Raj: Estimating the Impact of Transportation Infrastructure*. Working Paper 16487, National Bureau of Economic Research.
- Donaldson, D. & Hornbeck, R. (2013). *Railroads and American Economic Growth: A "Market Access" Approach*. Working Paper 19213, National Bureau of Economic Research.
- Durantou, G. & Turner, M. A. (2012). Urban growth and transportation. *The Review of Economic Studies*, 79(4), 1407–1440.
- European Commission (2006). *Road Transport Policy: Open roads across Europe*. Brochure, European Commission, Energy and Transport DG, Brussels.
- Fischer, S. & Volk, A. (1999). Chronologie der Schweizer Autobahn. In M. Heller & A. Volk (Hrsg.), *Die Schweizer Autobahn* (S. 113–146). Zürich: Museum für Gestaltung Zürich.
- Fogel, R. W. (1964). *Railroads and American Economic Growth: Essays in Econometric History*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Frey, R. L. (1979). *Die Infrastruktur als Mittel der Regionalpolitik*. Bern/Stuttgart: Verlag Paul Haupt.
- Ghani, E., Goswami, A. G., & Kerr, W. R. (2012). *Highway to Success: The Impact of the Golden Quadrilateral Project for the Location and Performance of Indian Manufacturing*. Working Paper 18524, National Bureau of Economic Research.
- Gibbons, S., Lyytikäinen, T., Overman, H., & Sanchis-Guarner, R. (2012). *New Road Infrastructure: the Effect on Firms*. SERC Discussion Paper 117, UK Spatial Economics Research Centre.
- Gibbons, S. & Overman, H. (2009). Productivity in transport evaluation studies. Report commissioned by the Department for Transport.
- Gorgas, C. & Schaltegger, C. A. (2012). *The long run effect of taxes on the distribution of top income shares: an empirical investigation*. CREMA Working Paper Series 2012–22, Center for Research in Economics, Management and the Arts (CREMA).
- Hulten, C. R. (2007). Transportation infrastructure, productivity and externalities. In OECD & ECMT (Eds.), *Transport Infrastructure Investment and Economic Productivity. Report of the one hundred and thirty second round table on transport economics* (pp. 7–27). Paris: ECMT.
- Jakob, J. (1980). Die verkehrspolitischen Aspekte des Gotthard-Strassentunnels. In Verkehrshaus der Schweiz (Hrsg.), *Der Gotthard-Strassentunnel*, Heft 31 (S. 13–17). Luzern: Verkehrshaus der Schweiz.
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99(3), 483–499.
- Maggin, C. (1979). *L'influence des autoroutes sur la localisation des entreprises et sur leur stratégie économique: Avec un application au cas du Tessin*. #268, Collection des thèses de la Faculté des sciences économiques et sociales de l'Université de Genève. Berne/Francfort/M./Las Vegas: Peter Lang.
- 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, 695–706.
- 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.
- Obermeyer, A., Evangelinos, C., & Beshers, A. (2013). Der Wert der Reisezeit deutscher Pendler. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 14(1–2), 118–131.
- Peyer, M. (1982). *Airolo nach dem Strassentunnel: Wirtschaftliche Auswirkungen des Gotthard-Strassentunnels und der N 2 auf die Gemeinde Airolo während der ersten 18 Betriebsmonate*. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Zürich.
- Planungskommission (1959). *Die Planung des Schweizerischen Nationalstrassennetzes*. Schlussbericht der Kommission des Eidg. Departments des Innern für die Planung des Hauptstrassennetzes, Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern.
- Ragnitz, J., Eck, A., Scharfe, S., Thater, C., & Wieland, B. (2013). *Öffentliche Infrastrukturinvestitionen: Entwicklung, Bestimmungsfaktoren und Wachstumswirkungen*. Endbericht zum Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, ifo Institut, Niederlassung Dresden.

- Romp, W. & de Haan, J. (2007). Public capital and economic growth: A critical survey. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 8(S1), 6–52.
- Rosenthal, S. S. & Strange, W. C. (2008). The attenuation of human capital spillovers. *Journal of Urban Economics*, 64, 373–389.
- Rossi, A. (1980). Le conseguenze della realizzazione dell'autostrada sull'economia ticinese. In A. Rossi (Ed.), *Il traforo stradale del San Gottardo e l'autostrada: Conseguenze per il Cantone Ticino* (p. 108–143). Porza-Lugano: Edizioni Trelingue.
- Sanchis-Guarner, R. (2012). *Driving Up Wages: The Effects of Road Construction in Great Britain*. SERC Discussion Paper 120, UK Spatial Economics Research Centre.
- Schaltegger, C. A. & Gorgas, C. (2011). The evolution of top incomes in Switzerland over the 20th century. *Swiss Society of Economics and Statistics*, 147(4), 479–519.
- Service d'étude des transports (1983). *Effets exercés par le tunnel routier du Saint-Gothard sur les transport de marchandises*. Résumé, Office central fédéral des imprimés et du matériel, Berne.
- Strittmatter, A. & Sunde, U. (2013). Health and economic development – evidence from the introduction of public health care. *Journal of Population Economics*, 26(4), 1549–1584.