Endbericht
Research Report

19. Mai 2021

Bahnstationen in Österreich und die sozioökonomische Entwicklung von Gemeinden

Theresa Bürscher, Jan Kluge, Hannes Zenz

Studie im Auftrag der
ÖBB Infrastruktur AG

Institut für Höhere Studien
Institute for Advanced Studies
Vienna

AutorInnen
Theresa Bürscher, Jan Kluge, Hannes Zenz

Titel
Bahnstationen in Österreich und die sozioökonomische Entwicklung von Gemeinden

Kontakt
T +43 1 59991-225
E kluge@ihs.ac.at

Institut für Höhere Studien – Institute for Advanced Studies (IHS)
Josefstädter Straße 39, A-1080 Wien
T +43 1 59991-0
F +43 1 59991-555
www.ihs.ac.at
ZVR: 066207973

Die Publikation wurde sorgfältig erstellt und kontrolliert. Dennoch erfolgen alle Inhalte ohne Gewähr. Jegliche Haftung der Mitwirkenden oder des IHS aus dem Inhalt dieses Werkes ist ausgeschlossen.

Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung 4

1 Hintergrund 5

2 Methode 7

3 Daten 10

3.1 Sozioökonomische Variablen 10

3.2 Stationsinfrastruktur 13

4 Ergebnisse 16

5 Fazit 30

6 Literaturverzeichnis 31

Kurzzusammenfassung

- Diese Studie untersucht den Zusammenhang zwischen der sozioökonomischen Entwicklung österreichischer Gemeinden und ihrem jeweiligen Zugang zur Bahninfrastruktur der ÖBB.
- Eine gute Anbindung an das Schienennetz war für Gemeinden und Regionen historisch betrachtet immer ein Treiber von Urbanisierung. Gemäß der internationalen Literatur gilt dieser Zusammenhang auch heute noch. Wenn eine lokale Bahnstation besteht oder wenn in sie investiert wird, sind also jedenfalls positive Auswirkungen auf die Attraktivität der Region zu erwarten.
- Indem Haushalte die jeweilige Bahnanbindung mit in ihr Nutzenkalkül einbeziehen, steht zu erwarten, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen Bahninfrastruktur und Bevölkerungswachstum gibt. Dasselbe ist für die Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen am Arbeitsort zu erwarten, da Bahnstationen einen Einfluss auf Pendlerströme haben können. In der Folge dieser beiden Effekte können Bahnstationen zu einem Preisauftrieb bei Bauland und Immobilien führen.
- Der lokale Zugang zu Bahninfrastruktur lässt sich am einfachsten durch die Fahrzeit zu den jeweils nächsten Stationen (*Fahrzeit*) und die Zahl der dort verkehrenden Züge pro Tag (*Taktdichte*) beschreiben. Idealerweise sollte die Fahrzeit niedrig sein; die Taktdichte sollte dagegen hoch sein.
- Wir finden einen starken negativen Zusammenhang zwischen Fahrzeit und Bevölkerungswachstum; d. h. je kürzer die PKW-Fahrzeit zu den nächsten Bahnstationen, desto höher das Bevölkerungswachstum. Dieser Zusammenhang gilt auch für die Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen am Arbeitsort. Für die Entwicklung der Baulandpreise finden wir jedoch keinen Effekt.
- Die Taktdichte zeigt eine starke positive Korrelation mit dem Bevölkerungswachstum; d. h. je besser die umliegenden Stationen bedient werden, desto höher sind die Bevölkerungswachstumsraten. Allerdings nimmt der Effekt mit steigender Taktdichte etwas ab; der marginale Effekt eines zusätzlichen Zughalts ist also dann höher, wenn die aktuelle Taktdichte eher niedrig ist. Mit der Zahl der Erwerbstätigen scheint es dagegen keine Korrelation mit der Taktdichte zu geben. Auch für die Baulandpreise finden wir keinen robusten Zusammenhang.

1 Hintergrund

Ein Blick in die internationale Literatur zeigt, dass Bahninfrastruktur positiv auf die dadurch angebundenen Regionen wirken kann. Erhält eine Gemeinde einen Bahnanschluss oder wird die Qualität der Bahnanbindung verbessert, so verbessert sich dadurch in der Regel auch die Erreichbarkeit dieser Gemeinde. Mit anderen Worten: Mit gleichem Zeit- und/oder Kostenaufwand können nun Ziele in einem größeren Umkreis erreicht werden. Eine Vielzahl internationaler Studien hat sich bereits mit den Wirkungen von Bahninfrastruktur auf verschiedene demographische und ökonomische Kenngrößen wie Bevölkerungswachstum, Beschäftigung oder Unternehmensansiedlungen beschäftigt und dabei in der Regel positive Effekte gefunden:

Studien zum Einfluss von Bahninfrastruktur auf das Bevölkerungswachstum beschäftigen sich häufig mit der Zeit der Entstehung der Bahnnetze im 19. Jahrhundert. Sie zeigen, dass das lokale bzw. regionale Bevölkerungswachstum damals stark von der Anbindung an das Bahnnetz abhing, die Urbanisierung war zu dieser Zeit also ganz erheblich durch die Eisenbahn getrieben.[1] Aber auch in jüngerer Zeit ist ein gewisser positiver Einfluss auf die regionale Bevölkerungsentwicklung festzustellen, wenn auch in geringerem Ausmaß (vgl. z. B. KOTAVAARA ET AL. (2011) oder GIBBONS ET AL. (2018)).

Ebenso kann auch die regionale Wirtschaft durch eine Bahnanbindung profitieren. So konnten für neu durch die Bahn erschlossene Regionen Asiens positive Effekte auf das BIP bzw. das BIP-Wachstum gezeigt werden (vgl. z. B. YOSHINO UND ABIDHADJAEV (2017) für Usbekistan oder WANG UND WU (2015) für Tibet). In Europa und Nordamerika ist angesichts der bereits gut ausgebauten Bahnnetze die Neuerschließung größerer Regionen dagegen nur noch selten zu beobachten. Stattdessen werden hier häufig sehr lokale Maßnahmen, beispielsweise neue Straßenbahnlinien, oder Verbesserungen in der Bedienung bestehender Linien untersucht. So hat der Ausbau des RER-Systems in der Metropolregion Paris nach MAYER UND TREVIEN (2017) zu einem deutlichen Anstieg der Beschäftigung in den bedienten Orten um durchschnittlich 8,8 % zwischen 1975 und 1990 geführt. SARI (2015) stellt für Bordeaux fest, dass eine neu gebaute Straßenbahnlinie zum Rückgang der Arbeitslosenrate in der Umgebung beigetragen hat. Für Kopenhagen kommen ROTGER UND NIELSEN (2015) zum Ergebnis, dass eine neue Metrostation die Einkommen der betroffenen Haushalte erhöht hat, indem sie Zugang zu gut bezahlten Jobs in der Innenstadt bietet. Auch ein erhöhter Servicegrad des öffentlichen Nahverkehrs kann sich positiv auf Produktivität und Lohnentwicklung auswirken (CHATMAN UND NOLAND (2014)) und verkürzte Fahrzeiten können zu höherer Beschäftigung führen (JOHNSON ET AL. (2017)). Positive Effekte auf Unternehmens-

[1] Zum Beispiel BERGER UND ENFLO (2017) für Schweden, BÜCHEL UND KYBURZ (2020) für die Schweiz oder HORNUNG (2015) für Preußen.

ansiedlungen (CREDIT 2017, 2019) und die Beschäftigungsdichte (YU ET AL. 2018) wurden ebenfalls beobachtet, wobei aber jeweils starke sektorale Unterschiede bestehen.

International am häufigsten untersucht wurde aber der Zusammenhang zwischen Bahninfrastruktur und lokalen Boden- oder Immobilienpreisen. In der Regel ist dabei zu beobachten, dass sich durch die Nähe zu Bahnstationen Boden- bzw. Immobilienwerte in der Umgebung erhöhen.[2] Analog kann auch hier die Aufwertung einer bereits vorhandenen Bahnanbindung, beispielsweise durch eine höhere Zugsfrequenz oder geringere Fahrzeiten, zu einem Anstieg der lokalen Bodenpreise führen (DEBREZION ET AL. (2011) oder ZHANG ET AL. (2016)).

Schließlich kann eine Bahnstation auch über erreichbarkeitsbedingte Effekte hinaus auf ihre Umgebung wirken. So können Einrichtungen, die die Station bietet – beispielsweise im Bahnhof untergebrachte Geschäfte oder Gastronomiebetriebe – Fahrgästen, aber auch der allgemeinen Öffentlichkeit, zugutekommen. Außerdem wird vermutet, dass sich ein ansprechendes und architektonisch durchdachtes Bahnhofsumfeld positiv auf die Umgebung auswirken kann (z. B. STEER DAVIES GLEAVE (2011, 2018)). Die Sanierung eines Bahnhofs kann das Vertrauen von Investoren stärken und weitere Investitionen in der Umgebung anstoßen. Allerdings gibt es hierzu bislang generell relativ wenig Literatur, und die ermittelten Effekte lassen sich zumeist nicht klar einzelnen Faktoren zuordnen.

Die in aller Regel durch nationale Bahnunternehmen und aus Bundesmitteln getätigten Investitionen dürften Gemeinden und Regionen also langfristig zugutekommen. Aus diesem Grund existieren hier häufig Kofinanzierungsmodelle, damit Bahninvestitionen keine zu starke (zumindest keine unerwünschte) räumliche Umverteilung erzeugen. Allerdings zeigt die Literatur ebenso, dass die ermittelten Effekte – auch wenn sie in der großen Mehrzahl positiv für die betroffenen Regionen sind – je nach konkreten Rahmenbedingungen eine große Bandbreite aufweisen.[3] Zum Beispiel wird ein zehngleisiger Großbahnhof in einer dicht besiedelten und bereits gut erschlossenen Metropolregion anders wirken, als eine kleine lokale Haltestelle in einer ländlichen Gegend. Eine Übertragung der Ergebnisse aus der Literatur auf Österreich, und hier insbesondere auf ländliche Regionen, ist daher nur sehr eingeschränkt möglich, insbesondere hinsichtlich der konkreten Höhe der Effekte.

Um die empirischen Zusammenhänge zwischen Bahninfrastruktur und der Entwicklung österreichischer Regionen quantifizieren zu können, ist daher eine gesonderte

[2] Für einen guten Überblick dazu siehe z. B. die Metastudien von DEBREZION ET AL. (2007) und MOHAMMAD ET AL. (2013).

[3] Neben der betrachteten Zielvariablen spielen dabei unter anderem die Art der Bahnanbindung (z. B. Straßenbahn, U-Bahn, Schnellbahn, High-Speed-Rail), die Charakteristika der betroffenen Regionen (u. a. geographische Lage, Verfügbarkeit und Qualität von anderen Verkehrsträgern oder Bevölkerungsdichte), das Studiendesign und vieles mehr eine Rolle (siehe z. B. MOHAMMAD ET AL. (2013) und DEBREZION ET AL. (2007)).

Untersuchung angezeigt. In der vorliegenden Arbeit des INSTITUTS FÜR HÖHERE STUDIEN (IHS) soll der Zusammenhang zwischen Eigenschaften des lokalen Bahnzugangs – insbesondere hinsichtlich der *Fahrzeiten* von einer Gemeinde zu ihren jeweils nächsten Stationen und der *Taktdichte* (gemessen anhand der täglichen Zughalte in den jeweils erreichbaren Bahnhöfen) – und der Entwicklung verschiedener sozio-ökonomischer Größen – insbesondere *Bevölkerungswachstum*, Entwicklung der Zahl der *Erwerbstätigen am Arbeitsort* und *Baulandpreisentwicklung* – gemessen werden.

Um quantitativ zu untersuchen, wie Fahrzeit und Taktdichte mit den soziökonomischen Variablen zusammenhängen, soll ein ökonometrisches Interaktionsmodell zum Einsatz gebracht werden, das im folgenden Abschnitt dargestellt werden soll. Danach erfolgt die Darstellung der deskriptiven Statistiken zu den verwendeten Variablen. Die Ergebnisse werden in Abschnitt 4 präsentiert und diskutiert.

2 Methode

Untersuchungsgegenstand sind grundsätzlich alle Gemeinden in ganz Österreich.[4] Entsprechend soll die regionale Entwicklung sozioökonomischer Variablen mit der Lage und Leistungsfähigkeit von Bahnstationen in Zusammenhang gebracht werden. Methodisch könnte dafür zunächst eine simple Regressionsanalyse herangezogen werden. Die einfachste Schätzgleichung könnte folgende Form aufweisen:

$$Y_{Bev,i,15-19} = \beta_0 + \beta_1 \cdot Fahrzeit_{ij,15} + \beta_2 \cdot Taktdichte_{j,15} + \varepsilon_i \qquad (1)$$

Die durchschnittliche jährliche Bevölkerungswachstumsrate einer Gemeinde *i* zwischen 2015 und 2019 ($Y_{Bev,i,15-19}$) wird also erklärt durch: Die *Fahrzeit* von dieser Gemeinde *i* zu ihren nächstgelegenen Stationen *j* im Jahr 2015,[5] und die *Taktdichte*, d. h. die Anzahl der Zughalte pro Tag in den nächstgelegenen Stationen *j*, ebenfalls am Anfang des Untersuchungszeitraums. Auf der linken Seite der Gleichung könnten auf dieselbe Weise die Entwicklung der Erwerbstätigen am Arbeitsort oder die Entwicklung der Baulandpreise stehen.

Von Interesse sind nun die marginalen Effekte der Variablen auf der rechten Seite der Gleichung auf die jeweilige Wachstumsrate auf der linken Seite. Der marginale Effekt bestimmt sich aus der Ableitung der Gleichung nach der jeweiligen exogenen Variablen.

[4] Wir schließen lediglich Wien aus, da die Effekte hier aufgrund der Vielzahl an (Fernverkehrs-)bahnhöfen und dem hohen Grad an Urbanität grundsätzlich andere sein dürften als überall sonst in Österreich. Außerdem bleiben die Gemeinden Jungholz und Mittelberg (Zollausschlussgebiete) außen vor, da sie keinen direkten Anschluss an das österreichische Straßennetz haben und österreichische Bahnhöfe daher für sie kaum relevant sein dürften.

[5] Da die *nächstgelegene* Station nicht in jeder Gemeinde zwangsläufig die für die EinwohnerInnen *relevanteste* oder *meistgenutzte* Station ist, rechnen wir mit einer entfernungsgewichteten, mittleren Fahrzeit zu den nächsten drei Stationen (siehe auch Datenbeschreibung in Abschnitt 3.2).

Der marginale Effekt der Fahrzeit auf das Bevölkerungswachstum wäre zum Beispiel einfach β_1. Man würde hier natürlich ein negatives Vorzeichen erwarten: Würde sich die durchschnittliche Fahrzeit von einer Gemeinde zu ihren nächsten Stationen verlängern (z. B. weil eine Station aufgelassen wird oder weil es nun aus irgendwelchen Gründen länger dauert, mit dem PKW dorthin zu gelangen), dann wäre ein um β_1 Prozentpunkte geringeres Bevölkerungswachstum zu erwarten.

Eine kausale Interpretation ist in dieser Form jedoch nicht möglich. Bahnunternehmen werden bei ihren Investitionsentscheidungen zwangsläufig auch wirtschaftliche Kriterien zugrunde legen müssen, sodass größere und wachstumsstarke Gemeinden mit einer besseren Ausstattung rechnen können als kleinere und möglicherweise sogar schrumpfende Orte. Genau hier liegt das Problem bei der Messung der Effekte von Bahninfrastruktur: Da Bahnstationen in der Regel dort vorzufinden sind oder errichtet und verbessert werden, wo die Bevölkerung und damit die Zahl potentieller Passagiere wächst, liegt es nahe, dass man einen positiven Zusammenhang zwischen diesen beiden Variablen findet. Dieser darf dann aber nicht kausal als Infrastruktureffekt interpretiert werden, da sich Gemeinden mit Stationen schon vor ihrer Errichtung besser entwickelt haben dürften als solche ohne. Um dieses Endogenitätsproblem zu lösen und den kausalen Effekt zu identifizieren, sind spezielle Untersuchungsdesigns nötig. Gerade im Bereich von Bahninfrastruktur ist das aber schwierig, da die kontrafaktische Situation nicht zu beobachten ist. Häufig wird daher auf historische Datensätze zugegriffen (vgl. z. B. HORNUNG (2015) oder BÜCHEL UND KYBURZ (2020)).

Auch wenn es also nicht zulässig wäre zu behaupten, dass das Bevölkerungswachstum kausal aufgrund einer neuen Station gestiegen ist, ist diese Wirkungsrichtung – so wie die Gleichung formuliert ist – natürlich dennoch nicht unplausibel: Wenn eine Gemeinde im Jahr 2015 gut angebunden war, dann kann das Auswirkungen auf das Bevölkerungswachstum zwischen 2015 und 2019 gehabt haben; die umgekehrte Wirkung ist genau genommen technisch unmöglich. Dennoch ist eine kausale Interpretation aber nicht erlaubt, da z. B. Antizipationseffekte vorliegen könnten. Wann immer in dieser Studie daher von „(marginalen) Effekten“ die Rede ist, ist tatsächlich lediglich ein Zusammenhang bzw. eine Korrelation gemeint.

Unter Umständen können weitere Kontrollvariablen hinzugezogen werden. Wir werden vor allem für die Bevölkerungsgröße der Gemeinden kontrollieren. Außerdem soll eine Faktorvariable für den jeweiligen Bezirk verwendet werden, in dem die Gemeinden liegen. Damit werden Unterschiede erfasst, die innerhalb von Bezirken weniger stark ausgeprägt sind als zwischen Bezirken. Damit wird zum Beispiel pauschal für regionalpolitische Maßnahmen, Autobahnanschlüsse, Geländebeschaffenheit, Lage, demographische Kennzahlen usw. kontrolliert.

Das Ergebnis dieser Übung wird eine erste Idee davon vermitteln, wie stark die sozioökonomischen Variablen in den Gemeinden und die Eigenschaften des lokalen Bahnzugangs zusammenhängen. Da jedoch grundsätzlich fast alle österreichischen Gemeinden einbezogen werden sollen, gibt z. B. β_1 nur eine Art Durchschnittseffekt aus. Es ist aber natürlich zu erwarten, dass sich die tatsächlichen Effekte in den Regionen stark unterscheiden. Es müsste erstens berücksichtigt werden, dass die Effekte nicht unbedingt linear sein müssen, sondern dass z. B. der Zusammenhang zwischen Taktdichte und Bevölkerungsentwicklung ab einer bestimmten Zahl von Halten pro Tag abflachen könnte. Zweitens sollte eine mögliche Interaktion zwischen Fahrzeit und Taktdichte bedacht werden: Eine lokale Station dürfte für eine Gemeinde immer wichtig sein; selbst dann, wenn dort nur wenige Züge am Tag verkehren. Ein Zusammenhang zwischen der (sehr kurzen) Fahrzeit dorthin und der Bevölkerungsentwicklung der Gemeinde erscheint plausibel. Dieser Zusammenhang dürfte jedoch umso stärker sein, je intensiver die Station tatsächlich genutzt werden kann, d. h. je mehr Zughalte dort stattfinden. Oder umgekehrt: Sollte eine Station aufgelassen werden, dann würde man erwarten, dass der negative Effekt auf das Bevölkerungswachstum umso größer ist, je intensiver die Station zuvor genutzt werden konnte. Die Effekte der Fahrzeit und der Taktdichte könnten also nicht nur jeweils für sich wirken, sondern sie könnten sogar einander verstärken.

Um diese Effekte einbeziehen zu können, wird die Regressionsgleichung um quadratische Terme und eine multiplikative Verknüpfung aus Fahrzeit und Taktdichte – einen *Interaktionsterm* – erweitert:

$$Y_{Bev,i,15-19} = \beta_0 + \beta_1 \cdot Fahrzeit_{ij,15} + \beta_2 \cdot Fahrzeit_{ij,15}{}^2 + \beta_3 \cdot Taktdichte_{j,15} + \beta_4 \cdot Taktdichte_{j,15}{}^2 + \beta_5 \cdot Fahrzeit_{ij,15} \cdot Taktdichte_{j,15} + \varepsilon_i \quad (2)$$

Durch das Hinzufügen der Interaktionsterme ändert sich nun das Aussehen der marginalen Effekte der beiden Variablen. Während die Ableitung von Gleichung (1) nach der Fahrzeit für alle Gemeinden einfach β_1 war, so ergibt die Ableitung der neuen Gleichung nun $\beta_1 + 2 \cdot \beta_2 \cdot Fahrzeit_{ij,15} + \beta_5 \cdot Taktdichte_{j,15}$. Damit ist der marginale Effekt der Fahrzeit also nicht mehr für alle Beobachtungen gleich, sondern er hängt von der jeweiligen Taktdichte und der Fahrzeit ab. Der Parameter β_1 dürfte weiterhin negativ sein; eine längere Fahrzeit zur nächsten Station wäre dann mit einem geringeren Bevölkerungswachstum korreliert. Nun kann der marginale Effekt der Fahrzeit aber z. B. über den Parameter β_5 sogar noch niedriger werden – d. h. eine längere Fahrzeit ist umso schlechter für eine Gemeinde je höher die Zahl der Halte in der entfernten Station ist – oder theoretisch sogar ins Plus drehen.

Wir führen die Analyse auf zwei verschiedene Arten durch: Zunächst nutzen wir die Variablen in ihrer kontinuierlichen Form und präsentieren die entsprechenden

Regressionsoutputs. Zur besseren Veranschaulichung der marginalen Effekte und zur Überprüfung der Robustheit der Ergebnisse teilen wir die Gemeinden im Anschluss hinsichtlich Fahrzeit und Taktdichte in Gruppen ein und testen, ob sie sich hinsichtlich der sozioökonomischen Variablen voneinander unterscheiden. In beiden Fällen prüfen wir, ob sich die Ergebnisse verändern, wenn nur Stationen betrachtet werden, in denen auch Fernverkehrshalte stattfinden. Der folgende Abschnitt wird die Konstruktion der verwendeten Variablen – der sozioökonomischen auf der linken Seite der Regressionsgleichung und der infrastrukturbezogenen auf der rechten Seite – beschreiben.

3 Daten

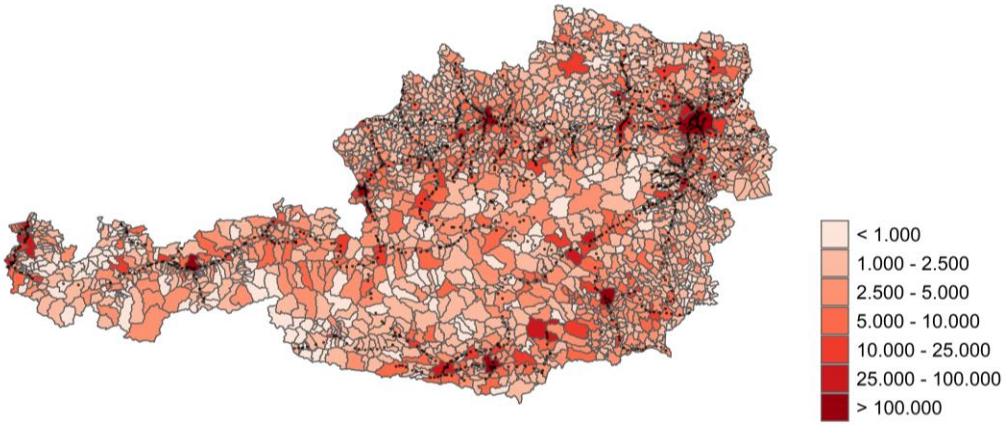
Als Indikatoren für die sozioökonomische Entwicklung einer Gemeinde verwenden wir das durchschnittliche Bevölkerungswachstum pro Jahr zwischen 2015 und 2019 (Statistik Austria, 2021), die durchschnittliche jährliche Entwicklung der Erwerbstätigen am Arbeitsort zwischen 2015 und 2018 (STATcube - Statistische Datenbank von Statistik Austria, 2021) und die durchschnittliche jährliche Entwicklung der Baulandpreise von 2016-2019 (Statistik Austria, 2021).

Die Entwicklung der sozioökonomischen Variablen soll über den Zugang zu Bahnhöfen und Haltestellen der ÖBB (in dieser Studie oft einfach: „Stationen“), der einer Gemeinde zur Verfügung steht, erklärt werden. Die Schlüsselvariable stellt die PKW-Fahrzeit zur nächsten Station dar, wobei wir hier nach Fern- und Nahverkehrsstationen unterscheiden. Als weiteren Indikator berücksichtigen wir die Taktdichte der Station in Form der durchschnittlichen Halte pro Tag. Die Daten zur Stationsinfrastruktur erhalten wir von der ÖBB Infrastruktur AG.

3.1 Sozioökonomische Variablen

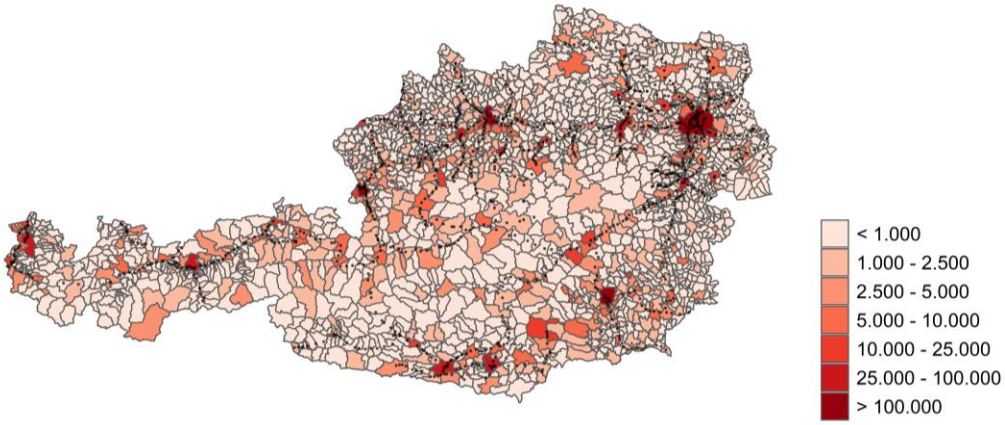
Wir beginnen mit einer deskriptiven Analyse der Variablen. Abbildung 1 zeigt den Bevölkerungsstand der Gemeinden für das Jahr 2019 (je dunkler die Darstellung, desto bevölkerungsstärker ist die jeweilige Gemeinde). Ebenfalls wird jede ÖBB-Station, die zwischen 2015 und 2019 durchgehend in Betrieb war, als schwarzer Punkt geplottet. Die Betrachtung der Erwerbstätigen am Arbeitsort in Abbildung 2 zeichnet wenig überraschend ein ähnliches Bild, mit dem Unterschied, dass sich die Erwerbstätigen noch stärker in den Städten und größeren Gemeinden konzentrieren.

Abbildung 1: Bevölkerung pro Gemeinde, 2019



Quelle: STATISTIK AUSTRIA (2021); Darstellung des IHS (2021).

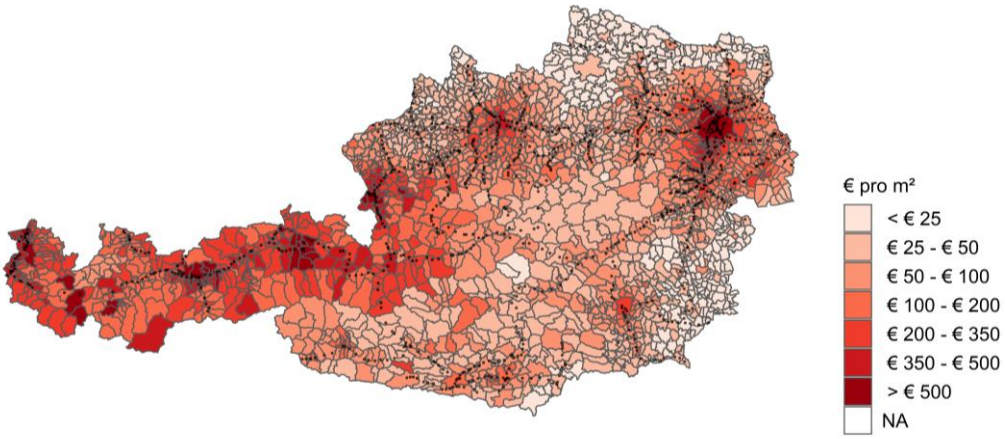
Abbildung 2: Erwerbstätige am Arbeitsort pro Gemeinde, 2018



Quelle: STATISTIK AUSTRIA (2021); Darstellung des IHS (2021).

Was die Baugrundstückspreise betrifft, sind sowohl die Städte Wien, Graz und Salzburg als auch der oberösterreichische Zentralraum, Tirol und Vorarlberg von einem hohen Bodenpreislevel geprägt, während die Quadratmeterpreise vor allem in Gemeinden im Waldviertel, der Obersteiermark und dem Burgenland niedriger sind.

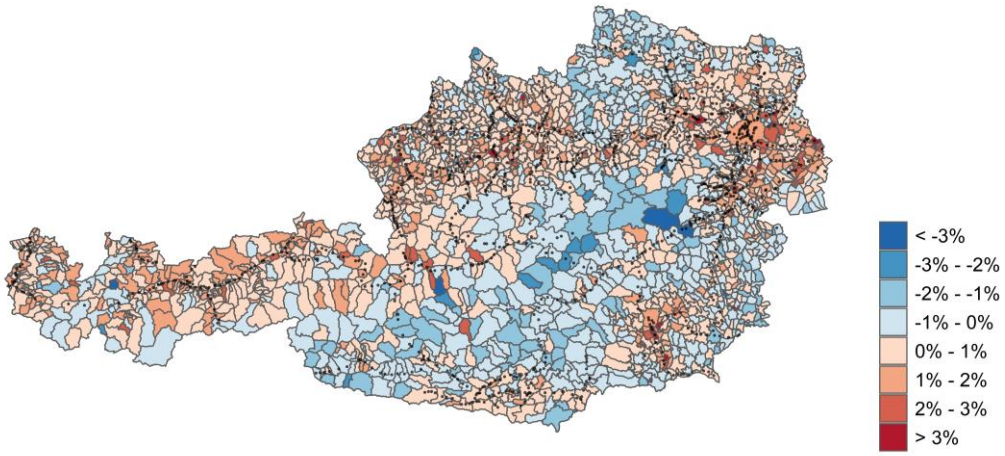
Abbildung 3: Baulandpreise, 2019



Quelle: STATISTIK AUSTRIA (2021); Darstellung des IHS (2021).

Für unsere Analyse steht die Entwicklung der jeweiligen sozioökonomischen Variablen im Vordergrund. In Abbildung 4 sehen wir die Bevölkerungsentwicklung zwischen 2015 und 2019 in Prozent. Vor allem beim Blick auf Oberösterreich, Niederösterreich, Wien und die Steiermark wird schon ersichtlich, dass Regionen mit dichter Bahninfrastruktur ein höheres Wachstum verzeichnen als Regionen abseits des ÖBB-Netzes.

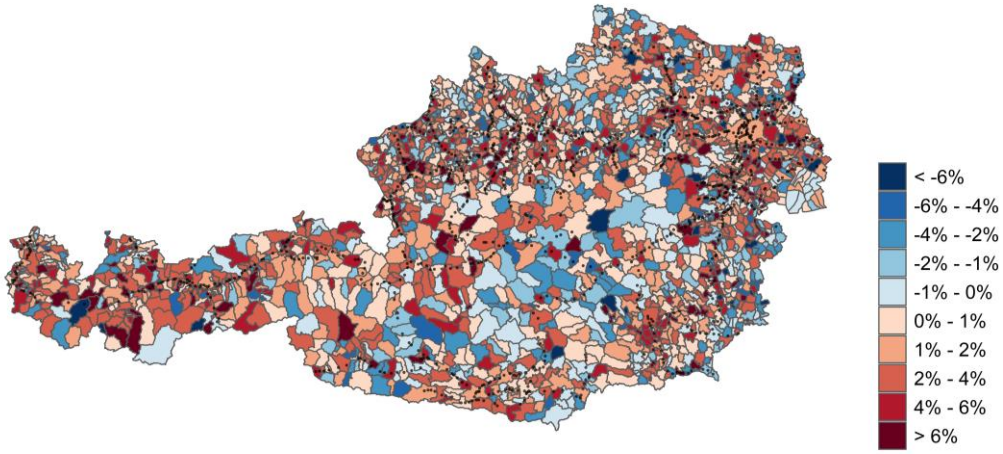
Abbildung 4: Durchschnittliche Bevölkerungsentwicklung p.a. in %, 2015-2019



Quelle: STATISTIK AUSTRIA (2021); Darstellung des IHS (2021).

Für die Entwicklung der Erwerbstätigen in Abbildung 5 zeichnet sich ein ähnliches Muster. Hier ist jedoch zu beachten, dass diese Variable stärker für Ausreißer anfällig ist, da vor allem in kleinen Gemeinden die An- bzw. Absiedelung eines einzigen Betriebes zu erheblichen prozentuellen Veränderungen führen kann.

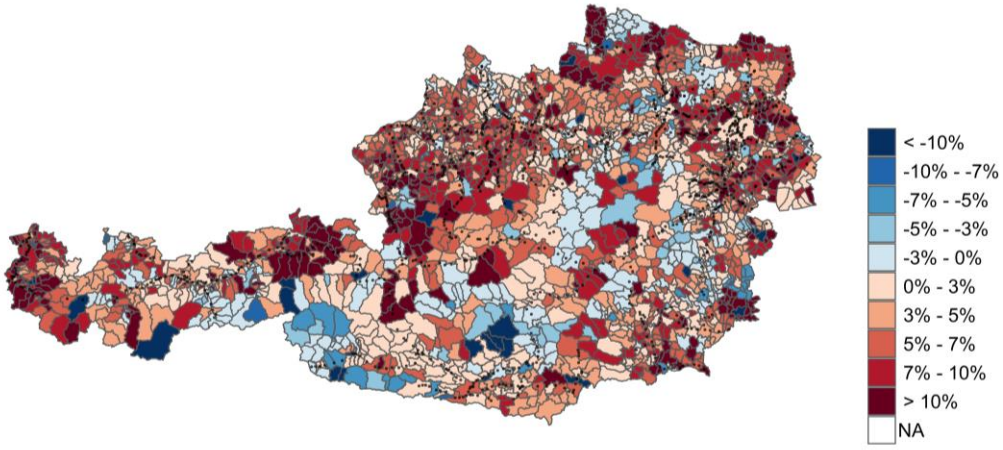
Abbildung 5: Durchschnittliche Entwicklung der Erwerbstätigen am Arbeitsort p.a. in %, 2015-2018



Quelle: STATISTIK AUSTRIA (2021); Darstellung des IHS (2021).

Für die Veränderung der Baulandpreise scheint der Zusammenhang weniger deutlich (siehe Abbildung 6). Neben einem Anstieg rund um Städte und Tourismusregionen, ist auch in Regionen mit besonders niedrigem Baulandpreislevel ein Anstieg zu beobachten. Das ist zum Beispiel für das Waldviertel oder das Südburgenland der Fall.

Abbildung 6: Durchschnittliche Entwicklung Baulandpreise p.a. in %, 2016-2019



Quelle: STATISTIK AUSTRIA (2021); Darstellung des IHS (2021).

3.2 Stationsinfrastruktur

Als erklärende Infrastrukturvariablen kommen verschiedene Möglichkeiten in Frage. Eine Möglichkeit wäre, eine Dummy-Variable zu erstellen, die den Wert 1 annimmt, wenn sich in der jeweiligen Gemeinde eine Station befindet, und 0, wenn die Gemeinde

keine Station hat.[6] Anstatt diese Unterscheidung durchzuführen, ziehen wir jedoch die Fahrzeit vom Gemeindezentrum zur nächsten Station als eine der beiden erklärenden Infrastrukturvariablen heran. So kann berücksichtigt werden, dass eine Gemeinde ohne eigene Station auch durch einen nahegelegenen Bahnanschluss in der Nachbargemeinde gut angebunden sein kann. Als zusätzlichen Indikator für den Bahnanschluss ziehen wir außerdem die täglichen Halte in den Stationen mit ein.

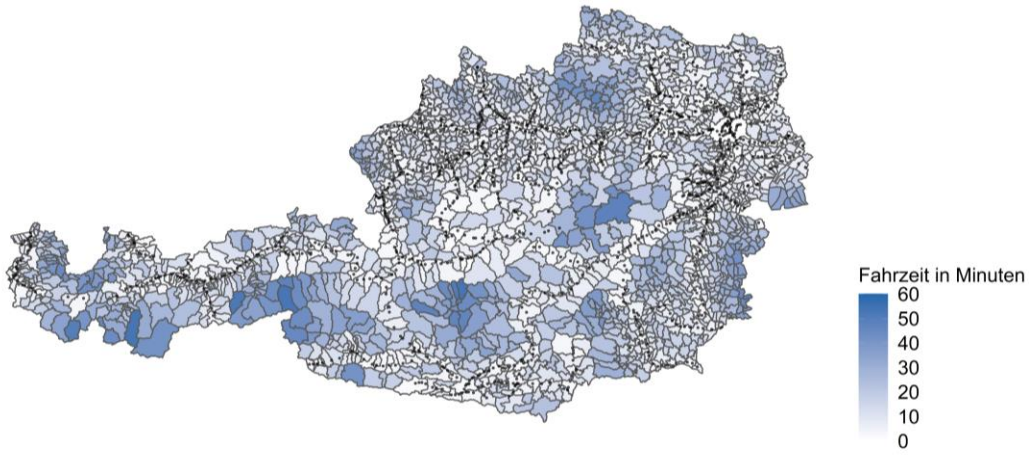
Wir berücksichtigen in unserer Analyse nur Stationen, die im Jahresdurchschnitt zumindest vier Halte (also zwei Zugpaare) pro Tag verzeichnen konnten und von 2015 bis 2019 durchgehend aktiv waren. Somit fallen bis 2019 aufgelassene oder nach 2015 eröffnete Stationen aus unserem Sample. Da sie nur während eines Teils des Untersuchungszeitraums existiert haben, wären ihre Effekte schwierig zu vergleichen. Um zusätzlich noch für die Möglichkeit zu korrigieren, dass eine Gemeinde zwar näher bei Station x liegt, die BewohnerInnen jedoch trotzdem eine andere nahegelegene Station y verwenden, die z. B. eine höhere Taktdichte aufweist, berücksichtigen wir in unserer Analyse für jede Gemeinde die drei nächstgelegenen Stationen (mehr als drei Stationen dürften in der Praxis kaum relevant sein), sofern diese in maximal 55 Minuten erreichbar sind. Die 55 Minuten sind so ausgewählt, dass jeder Gemeinde zumindest eine Station zugewiesen werden kann. Für jede Gemeinde wird dann ein gewichtetes Mittel aus Halten und Fahrzeit der nächstgelegenen Stationen berechnet. Je schneller eine Station für eine Gemeinde erreichbar ist, umso stärker wird sie im Vergleich gewichtet.

Die Abbildungen 7 und 8 zeigen die gewichteten Halte pro Tag und die gewichteten Fahrzeiten, die sich für jede der Gemeinden ergeben. Je dunkler die Gemeinde in Abbildung 7 eingefärbt ist, umso länger ist die gewichtete Fahrzeit zu den nächsten Stationen. Besonders in Gemeinden im Waldviertel, der Obersteiermark und in Teilen Tirols ist die Fahrzeit zu den nächsten Bahnanschlüssen sehr lang. Im Mittel beträgt die Fahrzeit etwa 13 Minuten.[7] Betrachtet man in Abbildung 8 die gewichteten Nah- und Fernverkehrshalte pro Tag, so stechen besonders die Landeshauptstädte und Städte an der West- und Südstrecke mit einer hohen Taktdichte hervor. Im Durchschnitt über alle Gemeinden sind 45 Halte pro Tag an den jeweils nächstgelegenen Stationen zu beobachten.

[6] Es ist zu bedenken, dass in dieser Studie nur Stationen der ÖBB berücksichtigt werden.

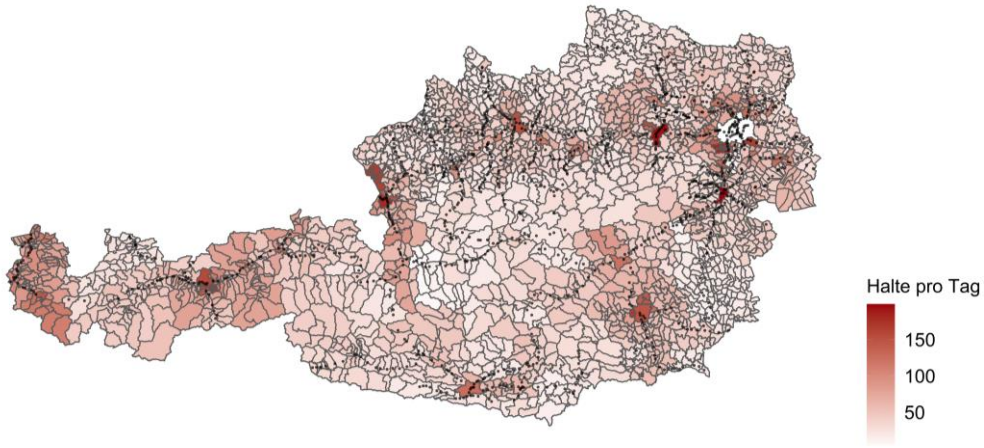
[7] Zur Fahrzeitberechnung wurden OpenStreetMap https://www.openstreetmap.org und die Open Source Routing Machine http://project-osrm.org/ verwendet.

Abbildung 7: Gewichtete Fahrzeit vom Gemeindezentrum zur Station



Quelle: IHS (2021).

Abbildung 8: Gewichtete Halte pro Tag Fern- & Nahverkehr, 2015



Quelle: IHS (2021).

Sollen nur Stationen mit *Fern*verkehrshalten berücksichtigt werden, dann steigen sowohl die Fahrzeiten, weil nun alle Stationen ohne Fernverkehrshalte ausscheiden, als auch die Zahl der Halte pro Tag, da diese Stationen meist besser bedient werden (sowohl durch Fern- als auch Nahverkehrszüge). Als Fernverkehrsstation klassifizieren wir alle, die zwischen 2015 und 2019 mindestens vier Fernzughalte (also wenigstens zwei Zugpaare) pro Tag aufweisen konnten. Die mittleren PKW-Fahrzeiten dorthin sind nun mit etwa 39 Minuten viel länger als zuvor. Im Mittel halten dort aber über 200 Züge pro Tag. Gemeinden im Wiener Umland haben in der Regel sehr hohe Taktdichten, während der Westen und Süden Österreichs schlechter mit Fernverkehrshalten ausgestattet ist.

4 Ergebnisse

Die Regressionsergebnisse für Gleichung (2) sind in Tabelle 1 dargestellt; jeweils für den Zusammenhang zwischen den Infrastrukturvariablen und dem Bevölkerungswachstum, der Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen am Arbeitsort und der Entwicklung der Baulandpreise. Am Ende der Tabelle sind die durchschnittlichen marginalen Effekte dargestellt, die für die Interpretation die eigentlich entscheidenden Werte sind. Sie stellen jeweils den Zusammenhang mit der Fahrzeit bzw. der Taktdichte dar, wenn beide Variablen (Taktdichte bzw. Fahrzeit) jeweils ihren durchschnittlichen Wert annehmen.

Tabelle 1: Regressionsergebnisse (alle Stationen)

	(1) **Bevölkerungswachstum (in %, Ø 2015-2019)**	**(2)** **Entwicklung der Erwerbstätigkeit (in %, am Arbeitsort, Ø 2015-2018)**	**(3)** **Entwicklung der Baulandpreise (%, Ø 2016-2019)**
Bevölkerung (in 1.000)	-0,0026	-0,0390	-0,0040
	(0,0060)	*(0,0251)*	*(0,0389)*
Bezirk	*(nicht dargestellt)*	*(nicht dargestellt)*	*(nicht dargestellt)*
	…	…	…
Fahrzeit (in min.)	**-0,0292** ***	**-0,0517** *	0,0055
	(0,0073)	*(0,0291)*	*(0,0816)*
Fahrzeit (in min) ^{2}	0,00004	0,0005	-0,0012
	(0,0002)	*(0,0007)*	*(0,0026)*
Taktdichte (Halte/Tag)	**0,0099** ***	-0,0037	0,0059
	(0,0033)	*(0,0150)*	*(0,0176)*
Taktdichte (Halte/Tag)^2	**-0,00005** **	0,00007	-1,54e-06
	(0,00002)	*(0,0001)*	*(0,0001)*
*Fahrzeit * Taktdichte*	0,00004	-0,0002	0,0005
	(0,00007)	*(0,0003)*	*(0,0005)*
Konstante	**0,2738** ***	**8,7165** ***	**2,6742** ***
	(0,0555)	*(0,2524)*	*(0,6018)*
R²	*0,3184*	*0,0814*	*0,2864*
Beobachtungen	*2.093*	*2.093*	*2.092*
Ø Marginale Effekte:			
Fahrzeit	**-0,0262** ***	**-0,0493** ***	-0,0010
	(0,0037)	*(0,0123)*	*(0,0208)*
Taktdichte	**0,0059** ***	-0,00005	0,0122
	(0,0018)	*(0,0071)*	*(0,0100)*

*Quelle: IHS (2021), *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,10.*

Wir finden eine Reihe von signifikanten Zusammenhängen zwischen den Variablen. Besonders für das Bevölkerungswachstum (Spalte 1) zeigen sich die vermuteten Effekte sehr deutlich: Es gibt einen hochsignifikanten negativen Zusammenhang mit der Fahrzeit zu den nächsten Bahnstationen (-0,026) und einen ebenfalls hochsignifikanten aber positiven Zusammenhang mit der Taktdichte, also der Zahl der Zughalte in diesen Stationen (+0,006). Wäre die Fahrzeit also um 10 Minuten höher, dann wäre im Mittel ein um 0,26 Prozentpunkte niedrigeres Bevölkerungswachstum pro Jahr zu erwarten. Mehr Zughalte könnten den Effekt wieder aufwiegen; 100 zusätzliche Halte pro Tag würden mit einem um 0,6 Prozentpunkte höheren Bevölkerungswachstum pro Jahr im Zusammenhang stehen. Interessant ist aber, dass der quadratische Interaktionsterm der Taktdichte negativ ist; d. h. der Effekt ist nicht linear, sondern würde mit steigenden Halten abnehmen, zeigt also einen umgekehrt u-förmigen Verlauf. Der quadratische Interaktionsterm der Fahrzeit ist dagegen insignifikant; ihr Effekt auf das Bevölkerungswachstum ist damit weitgehend linear. Auch der Interaktionseffekt zwischen Fahrzeit und Taktdichte ist insignifikant; d. h. die beiden Effekte existieren zwar jeweils für sich (daher kann eine höhere Taktdichte auch eine längere Fahrzeit wettmachen), sie beeinflussen einander aber nicht in ihrer Stärke.

Bei der Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen am Arbeitsort zeigt sich ebenfalls der signifikante Zusammenhang mit der Fahrzeit; die Halte scheinen hier aber keine Rolle zu spielen. Eine mögliche Erklärung wäre, dass Erwerbstätige zwar kurze Pendelwege schätzen und die Fahrzeit daher wichtig ist, dass aber ein gewisses Grundangebot an Halten – wir betrachten ohnehin nur Stationen mit mindestens zwei Zugpaaren pro Tag – ausreicht und eine darüber hinausgehende Taktdichte nur wenig nützen würde.

Hinsichtlich der Entwicklung der Baulandpreise finden wir keine signifikanten Zusammenhänge; weder bei der Fahrzeit, noch bei der Taktdichte. Dieser Befund ist zunächst überraschend. Die Literatur zu hedonischen Preismodellen kommt regelmäßig zum Ergebnis, dass die Bahnanbindung die Preise von Immobilien erhöht (vgl. z. B. DEBREZION ET AL. (2007)). Solche Studien fokussieren sich aber meist auf sehr begrenzte Untersuchungsräume und haben detaillierte Daten zu realisierten Häuserpreisen oder Ähnlichem. Möglicherweise ist unser Setup an dieser Stelle schlicht zu grob, um solche Effekte zu finden, da wir nur durchschnittliche Baulandpreise in den Gemeinden betrachten. Diese unterliegen allen Arten von Einflüssen, sodass wir Auswirkungen von Bahninfrastruktur, die auf der Mikroebene durchaus vorliegen könnten, mit unserer Analyse nicht identifizieren können.

Die dargestellten Ergebnisse haben sich bislang auf alle Stationen in Österreich bezogen, die von 2015 bis 2019 durchgängig in Betrieb waren. In Tabelle 2 erfolgt nun eine Beschränkung auf diejenigen Stationen, in denen zwischen 2015 und 2019 mindestens vier *Fernverkehrs*halte (also wenigstens zwei Zugpaare) pro Tag stattgefunden haben.

Tabelle 2: Regressionsergebnisse (nur Stationen mit Fernverkehrshalten)

	(1) Bevölkerungswachstum (in %, Ø 2015-2019)	(2) Entwicklung der Erwerbstätigkeit (in %, am Arbeitsort, Ø 2015-2018)	(3) Entwicklung der Baulandpreise (%, Ø 2016-2019)
Bevölkerung (in 1.000)	-0,0032	-0,0339	-0,0075
	(0,0068)	*(0,0235)*	*(0,0383)*
Bezirk	*(nicht dargestellt)*	*(nicht dargestellt)*	*(nicht dargestellt)*
	…	…	…
Fahrzeit (in min.)	-0,0100	-0,0146	-0,00005
	(0,0065)	*(0,0180)*	*(0,0711)*
Fahrzeit (in min) ^{2}	-0,00003	-0,0001	-0,0001
	(0,00008)	*(0,0002)*	*(0,0007)*
Taktdichte (Halte/Tag)	**0,0101** ***	0,0021	**0,0256** **
	(0,0029)	*(0,0086)*	*(0,0126)*
Taktdichte (Halte/Tag)^2	**-0,00001** **	8,96e-06	**-0,00004** **
	(5,01e-06)	*(0,00002)*	*(0,00002)*
*Fahrzeit * Taktdichte*	**-0,00005** **	-0,00008	-8,02e-06
	(0,00002)	*(0,00007)*	*(0,0002)*
Konstante	0,0281	**9,9947** ***	-0,3407
	(0,4121)	*(1,1904)*	*(2,5777)*
R^2	*0,3335*	*0,0853*	*0,2873*
Beobachtungen	*2.093*	*2.093*	*2.092*
Ø Marginale Effekte:			
Fahrzeit	**-0,0228** ***	**-0,0421** ***	-0,0122
	(0,0028)	*(0,0074)*	*(0,0218)*
Taktdichte	**0,0038** ***	0,0026	**0,0086** **
	(0,0010)	*(0,0031)*	*(0,0038)*

*Quelle: IHS (2021), *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,10.*

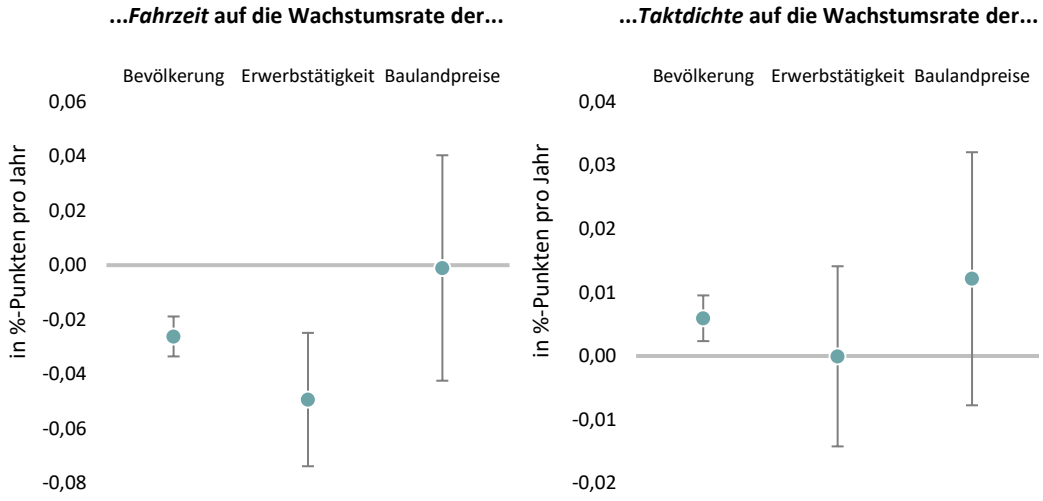
Die Fernverkehrsergebnisse unterscheiden sich auf interessante Weise von den Ergebnissen ohne Beschränkung in Tabelle 1. Die Koeffizienten unterscheiden sich zunächst in ihrer Höhe; das liegt aber vor allem daran, dass sich auch die Infrastrukturvariablen selbst verändert haben. Um mit dem PKW eine Station mit Fernverkehrshalten zu erreichen, benötigt man im Durchschnitt 39 Minuten (zum Nahverkehr dauerte es im Durchschnitt nur 13 Minuten). Dafür sind diese Stationen nun aber in der Regel größer und werden intensiver bedient. Die durchschnittliche Anzahl der Halte pro Tag ist nun von 45 auf über 200 gestiegen. Die Regressionskoeffizienten würden sich also auch ändern, wenn die Zusammenhänge an sich gleich stark wären.

Tatsächlich beobachten wir aber auch Änderungen bei den Effekten an sich. Hinsichtlich des Bevölkerungswachstums ist nun der Interaktionsterm aus Fahrzeit und Taktdichte signifikant und negativ. Die Effekte verstärken sich also tatsächlich gegenseitig: Erhöht sich die Taktdichte einer Station, dann wirkt sich das umso stärker positiv auf das Bevölkerungswachstum der betreffenden Gemeinde aus, je kürzer die Fahrzeit dorthin ist. Umgekehrt ist der negative Effekt einer Fahrzeitverlängerung betragsmäßig umso größer, je mehr Halte an der betreffenden Station stattfinden. Insgesamt sind die marginalen Effekte aber sehr ähnlich wie zuvor: Eine um 10 Minuten verlängerte durchschnittliche Fahrzeit zu den nächstgelegenen Fernverkehrsbahnhöfen würde mit einem Rückgang des Bevölkerungswachstums um 0,23 Prozentpunkte pro Jahr in Zusammenhang stehen; 100 zusätzliche Halte würden diesen Effekt mehr als aufwiegen (≈ +0,4 Prozentpunkte pro Jahr).

Bei der Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen am Arbeitsort hat die Taktdichte weiterhin keinen signifikanten Effekt. Bei der Entwicklung der Baulandpreise finden wir nun einen gewissen positiven Effekt der Taktdichte, der zuvor noch insignifikant war.

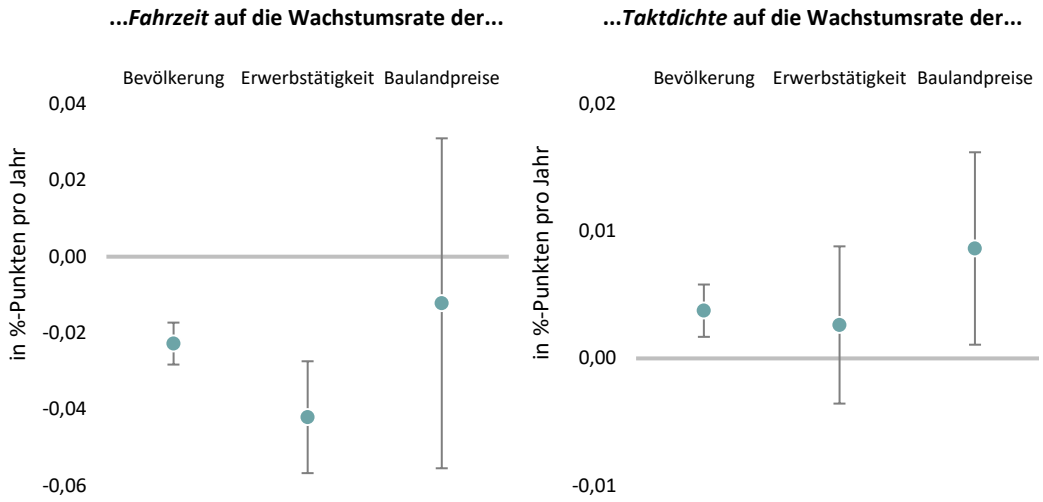
Die marginalen Effekte sind in Abbildung 9 noch einmal grafisch dargestellt. Die Punkte stellen jeweils den mittleren marginalen Effekt der Fahrzeit bzw. der Taktdichte dar, wenn beide Variablen (Taktdichte bzw. Fahrzeit) ihren durchschnittlichen Wert annehmen. Wenn die Konfidenzbänder vollständig unterhalb oder oberhalb der Nulllinie liegen, dann ist der Effekt signifikant. Überlappen sie die Nulllinie, dann gilt er als „nicht signifikant von null verschieden“ und muss daher eher als zufällig erachtet werden. In Abbildung 10 sind die marginalen Effekte noch einmal mit der Beschränkung auf Fernverkehrsbahnhöfe dargestellt.

Abbildung 9: Ø marginale Effekte (alle Stationen)



Quelle: IHS (2021).

Abbildung 10: Ø marginale Effekte (nur Stationen mit Fernverkehr)



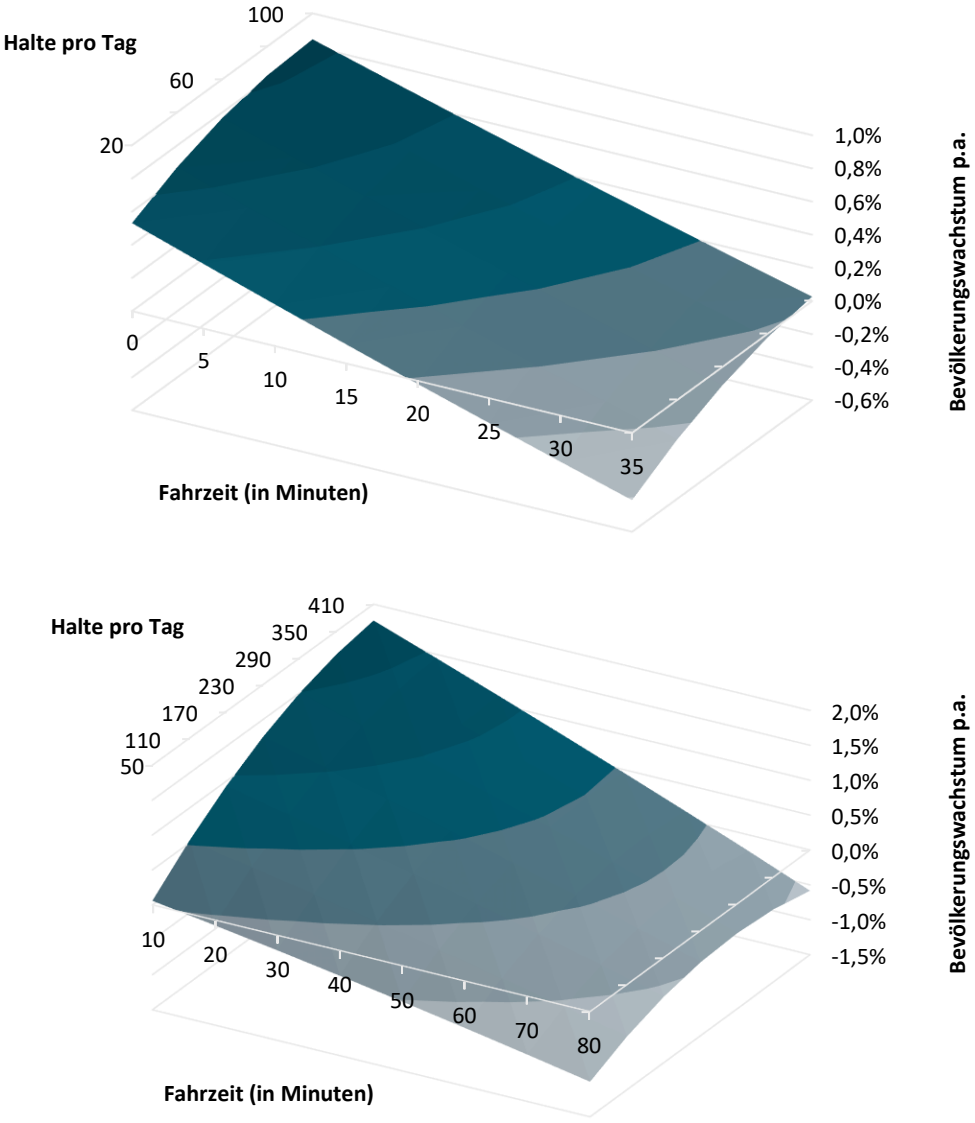
Quelle: IHS (2021).

Wie oben bereits erläutert, stellen diese Abbildungen durchschnittliche Effekte dar. Sie gelten in dieser Form also nur, wenn beide Variablen ihren durchschnittlichen Wert annehmen. Der tatsächlich realisierte Effekt kann aber in einer Gemeinde stark abweichen, wenn die Variablen dort viel höhere oder niedrigere Werte annehmen. Die Oberflächendarstellungen in Abbildung 11 machen dazu ein Gedankenexperiment: Wir kombinieren alle in unserem Datensatz gemessenen Fahrzeiten jeweils mit allen beobachteten Taktdichten und konstruieren auf diese Weise neue, hypothetische Gemeinden. Mithilfe der schon gezeigten Regressionsergebnisse errechnen wir für jede dieser Gemeinden ihre hypothetische Bevölkerungsentwicklung und tragen sie auf der vertikalen Achse ab. Die Fahrzeit steht auf der vorderen Achse und die Taktdichte auf der linken, von vorne nach hinten verlaufenden Achse. Die Oberfläche, die sich zwischen den drei Achsen ergibt, stellt unsere Regressionsergebnisse im dreidimensionalen Raum dar. Die Oberfläche fällt nach rechts hin ab, da hohe Fahrzeiten mit geringerem Bevölkerungswachstum korreliert sind. Sie steigt nach hinten hin an, da mehr Halte mit höherem Bevölkerungswachstum korreliert sind. Aufgrund des umgekehrt u-förmigen Zusammenhangs zwischen Taktdichte und Bevölkerungswachstum ist sie nach hinten hin leicht gekrümmt. Außerdem ist die Oberfläche ganz leicht in sich verdreht, da sich die Effekte von Fahrzeit und Taktdichte gegenseitig etwas beeinflussen; diese Verdrehung sieht man aber kaum, da der Interaktionseffekt sehr klein (und insignifikant) ist.

Nun lässt sich optisch schnell erkennen, welche Situation Gemeinden bevorzugen würden: Optimal ist die Situation hinten links; dort wäre die Fahrzeit praktisch Null und es gäbe sehr viele Zughalte. Am schlechtesten ist dagegen die Situation rechts vorne, in der die Stationen weit entfernt sind und kaum Halte anzubieten haben. Zwischen beiden Extrempunkten in der Darstellung beträgt der Unterschied im Bevölkerungswachstum

etwa 1,3 Prozentpunkte pro Jahr. Bei der Betrachtung des Fernverkehrs (untere Darstellung) ist der Unterschied mit rund drei Prozentpunkten noch deutlich höher. Die Oberfläche ist nun auch stärker in sich verdreht und nicht mehr fast eben wie zuvor. Der Grund dafür ist der nun signifikante und betragsmäßig größere Koeffizient für den Interaktionsterm aus Fahrzeit und Taktdichte. Er bewirkt, dass die Oberfläche auf der linken Seite ansteigt; d. h. wenn die Fahrzeit kurz ist, dann korrelieren mehr Fernverkehrshalte mit mehr Bevölkerungswachstum. Auf der rechten Seite ist der Anstieg aber nur noch sehr flach; wenn die Fahrzeit zu den nächsten Fernverkehrsstationen sehr hoch ist, dann spielt es auch keine große Rolle mehr, wie viele Züge dort halten.

Abbildung 11: Hypothetisches Bevölkerungswachstum in Abhängigkeit von Fahrzeit und Taktdichte (oben: alle Stationen, unten: nur Stationen mit Fernhalten)

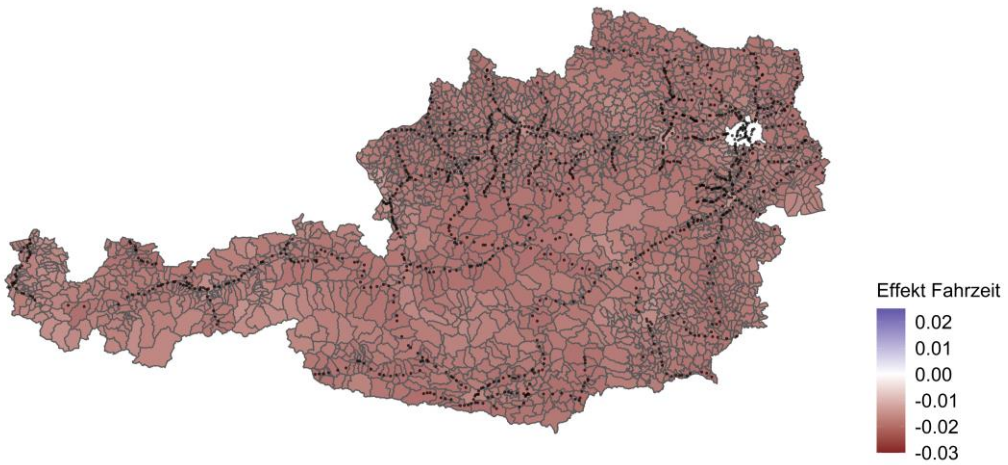


Quelle: IHS (2021).

Die Darstellungen sind auf den beiden Achsen für Fahrzeit und Taktdichte auf diejenigen Gemeinden beschränkt, die jeweils unterhalb des 95%-Quantils liegen. Die Oberflächen ließen sich zwar problemlos nach allen Seiten auf die vollen im Datensatz gemessenen Bandbreiten erweitern und theoretisch auch darüber hinaus beliebig extrapolieren. Sie würden dann aber Fahrzeiten und Taktdichten repräsentieren, die in Österreich nicht oder nur sehr selten zu beobachten sind. Die Gemeinde mit dem Maximum an durchschnittlich erreichbaren Halten pro Tag (alle Stationen) kommt in unserem Datensatz zum Beispiel auf über 300; würden wir die linke Achse in der oberen Darstellung bis 300 erweitern, dann würden wir den umgekehrt u-förmigen Zusammenhang zwischen Taktdichte und Bevölkerungswachstum sehr deutlich sehen. Die Darstellung würde dann aber suggerieren, dass Gemeinden tatsächlich einen kritischen Wert an Halten pro Tag nicht überschreiten sollten. Diese Schlussfolgerung wäre aber kaum haltbar, da sie nur von einer Handvoll Beobachtungen getragen würde; 95 % der Gemeinden haben weit unter 100 Halte pro Tag. Das Phänomen des umgekehrt u-förmigen Verlaufs ist daher eher akademisch interessant, dürfte aber in der Realität fast nie eine Rolle spielen.

Diese Übung hat gezeigt, dass die konkrete Höhe der marginalen Effekte von der Ausprägung der beiden Variablen abhängt. Viele Halte wären zum Beispiel insbesondere dann mit hohem Bevölkerungswachstum korreliert, wenn die entsprechenden Stationen in der Nähe sind. Da die Ausprägungen der beiden Variablen für alle Gemeinden bekannt sind, lassen sich die marginalen Effekte für jede von ihnen kartografisch darstellen. Die Darstellung der marginalen Effekte auf die Bevölkerungsentwicklung (Abbildung 12) zeigt nochmals den negativen Zusammenhang zwischen einer zusätzlichen Minute Fahrzeit zu den nächsten Stationen und dem Bevölkerungswachstum.

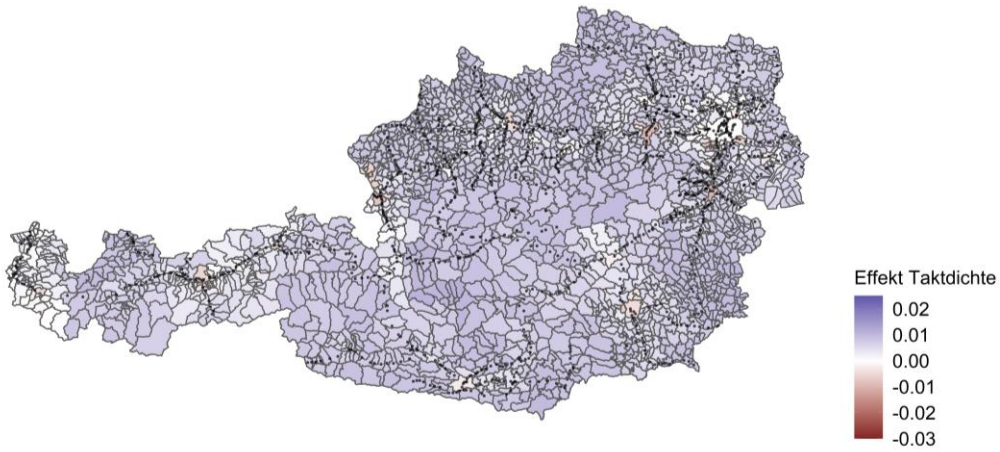
Abbildung 12: Marginaler Effekt Fahrzeit / Bevölkerungswachstum



Quelle: IHS (2021).

Was die Taktdichte betrifft (Abbildung 13), sehen wir einen positiven Effekt in fast allen Gemeinden; besonders dort, wo die nächsten Stationen eine niedrige Taktdichte aufweisen. In den Städten und Gemeinden mit Stationen mit hoher Taktdichte ist der marginale Effekt dagegen sehr nahe bei null. Das ergibt sich aus dem umgekehrt u-förmigen Zusammenhang zwischen Bevölkerungswachstum und Taktdichte: Der marginale Effekt eines weiteren Halts pro Tag ist in Gemeinden mit Zugang zu nur wenig frequentierten Stationen größer, als in solchen mit bereits stark frequentierten Stationen.

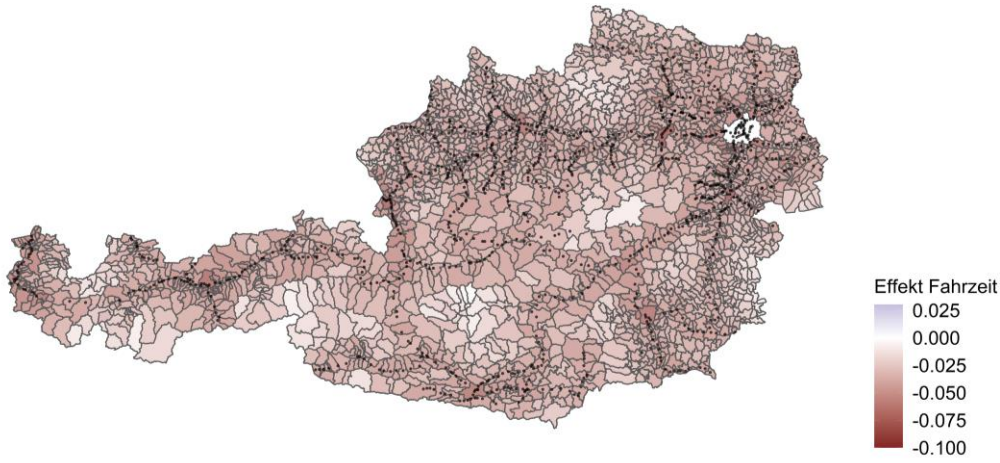
Abbildung 13: Marginaler Effekt Taktdichte / Bevölkerungswachstum



Quelle: IHS (2021).

In Abbildung 14 zeigt sich wieder der negative Zusammenhang zwischen Fahrzeit und Erwerbstätigenentwicklung. Dieser nimmt mit zunehmender Entfernung zum nächsten Bahnhof ganz leicht ab; diese Reduktion des Effekts ist jedoch nicht statistisch signifikant.

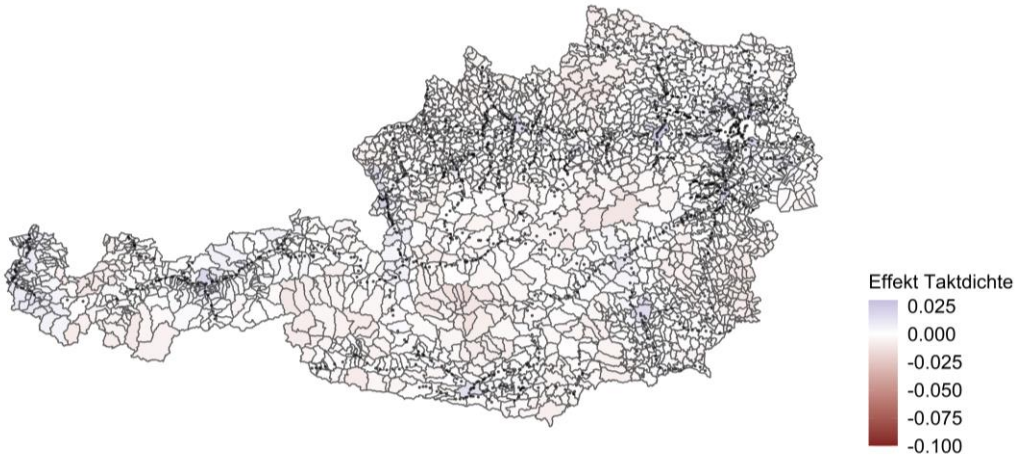
Abbildung 14: Marginaler Effekt Fahrzeit / Erwerbstätigenentwicklung



Quelle: IHS (2021).

Der Effekt der Taktdichte auf die Entwicklung der Erwerbstätigen (Abbildung 15) ist insignifikant und daher für alle Gemeinden sehr nahe bei null.

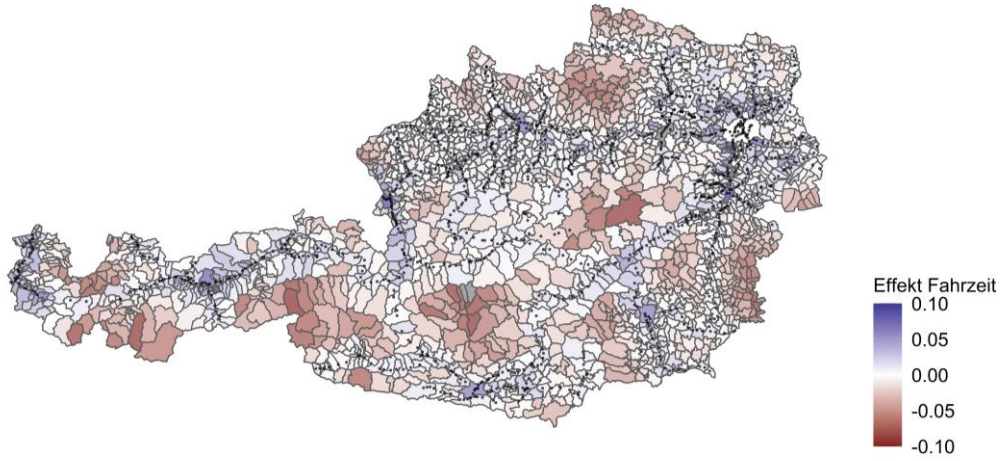
Abbildung 15: Marginaler Effekt Taktdichte / Erwerbstätigenentwicklung



Quelle: IHS (2021).

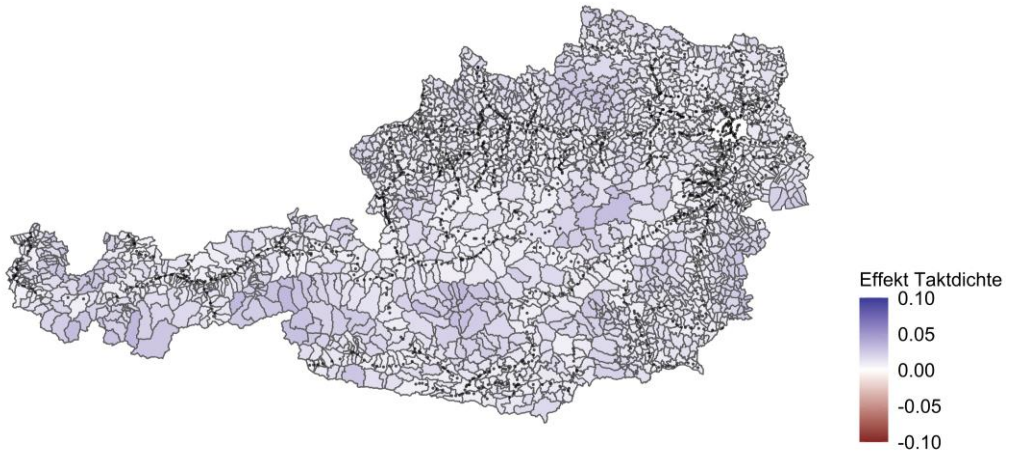
Abbildung 16 und Abbildung 17 stellen die marginalen Effekte von Fahrzeit und Taktdichte auf die Entwicklung der Baupreise dar. Vor allem bei den marginalen Fahrzeiteffekten ergibt sich ein nur schwer interpretierbares Bild. Hier ist es aber wichtig anzumerken, dass keiner der beiden Effekte signifikant ist.

Abbildung 16: Marginaler Effekt Fahrzeit / Baupreisentwicklung



Quelle: IHS (2021).

Abbildung 17: Marginaler Effekt Taktdichte / Baupreisentwicklung



Quelle: IHS (2021).

Um die Interpretation noch weiter zu vereinfachen und gleichzeitig eine Art Robustheitsanalyse zu den oben schon dargestellten Ergebnissen anzubieten, sollen nun die österreichischen Gemeinden hinsichtlich Fahrzeiten und Taktdichte in je vier Gruppen eingeteilt werden. Die Aufteilung erfolgt mithilfe von Quartilen, um je vier gleichgroße Gruppen zu erhalten, die jeweils aufsteigend sortiert werden können. Die Referenzgruppe enthält also dasjenige Viertel der österreichischen Gemeinden, die am schnellsten zu ihren jeweiligen Bahnhöfen gelangen (d. h. schneller als die restlichen drei Viertel) usw. Die folgende Tabelle macht klar, wie stark sich die vier Gruppen hinsichtlich Fahrzeit und Taktdichte jeweils unterscheiden:

Ø Fahrzeit zu den nächsten Stationen			**Ø Taktdichte (Halte pro Tag)**		
	alle Stationen	*Stationen mit Fernverkehr*		*alle Stationen*	*Stationen mit Fernverkehr*
sehr kurz ≤ q(25) Referenzgruppe	< 5 min (Ø 3 min)	< 24 min *(Ø 16 min)*	*sehr dünn ≤ q(25) Referenzgruppe*	< 26 *(Ø 19)*	< 128 *(Ø 70)*
kurz > q(25), ≤ q(50) Gruppe 2	5-10 min (Ø 7 min)	24-36 min *(Ø 29 min)*	*dünn > q(25), ≤ q(50) Gruppe 2*	26-39 *(Ø 32)*	128-201 *(Ø 166)*
lang > q(50), ≤ q(75) Gruppe 3	10-18 min (Ø 13 min)	36-52 min *(Ø 44 min)*	*dicht > q(50), ≤ q(75) Gruppe 3*	39-56 *(Ø 45)*	201-268 *(Ø 228)*
sehr lang > q(75) Gruppe 4	> 18 min (Ø 27 min)	> 52 min *(Ø 68 min)*	*sehr dicht > q(75) Gruppe 4*	> 56 *(Ø 84)*	> 268 *(Ø 359)*

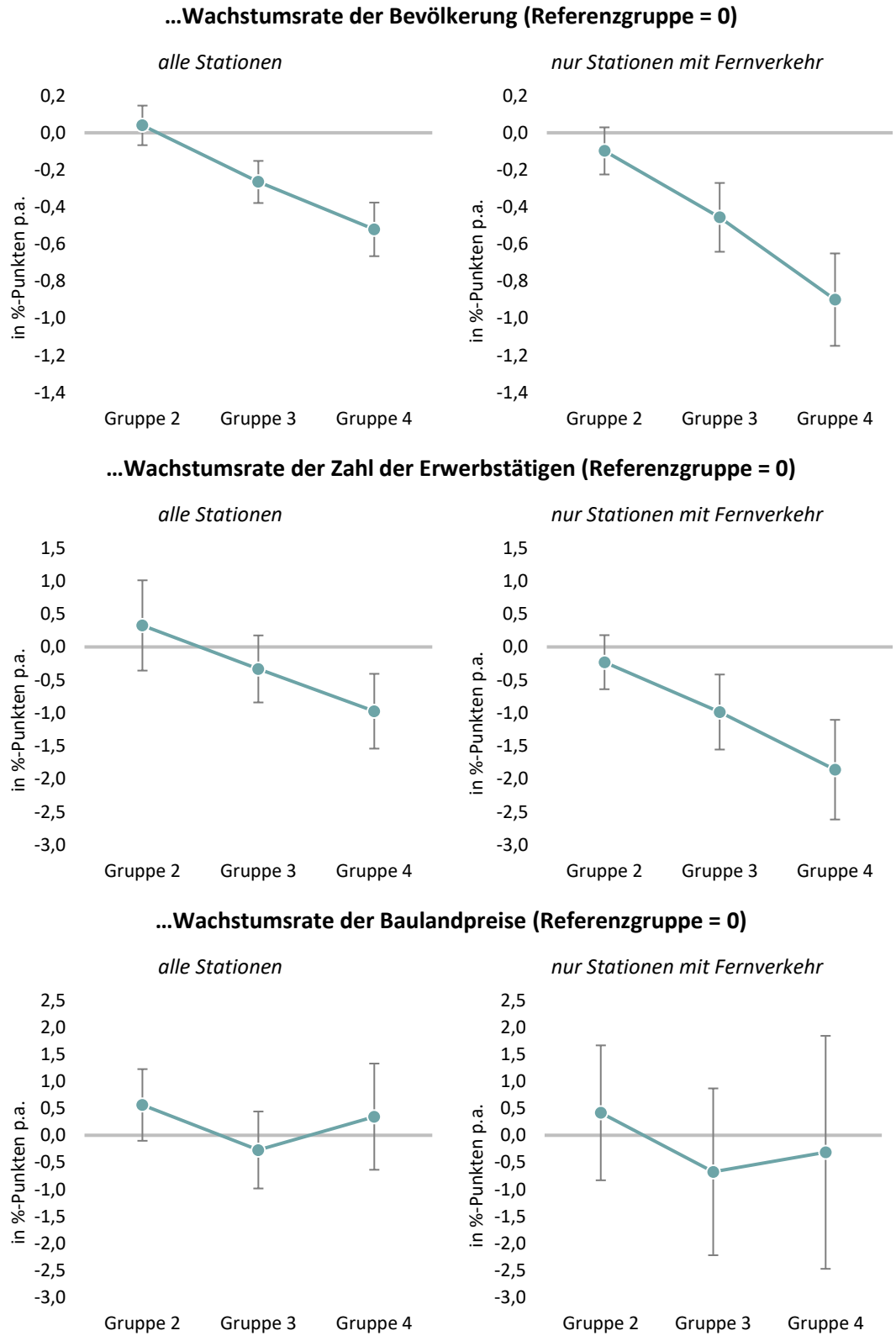
Die Regressionsgleichung, die nun verwendet wird, folgt weiterhin der obigen Logik. Wieder werden die Wachstumsraten der Bevölkerungsgröße, der Zahl der Erwerbstätigen und der Baulandpreise regressiert auf den Bevölkerungsstand, die Zugehörigkeit zu den jeweiligen politischen Bezirken, Fahrzeit, Taktdichte sowie die Interaktion aus Fahrzeit und Taktdichte. Der einzige Unterschied ist, dass Fahrzeit und Taktdichte nun nicht mehr mithilfe kontinuierlicher Variablen, sondern durch Faktorvariablen (von 0-3, d. h. jeweils *sehr kurze* bis *sehr lange* Fahrzeit bzw. *sehr dünner* bis *sehr dichter* Takt) erfasst werden.

Die Ergebnisse lassen sich tabellarisch darstellen; viel intuitiver und leichter zu interpretieren sind aber auch hier wieder grafische Darstellungen. Abbildung 18 zeigt die hypothetischen Wachstumsraten der drei sozioökonomischen Variablen in den einzelnen, nach Fahrzeit sortierten Gruppen von Gemeinden jeweils im Vergleich zur Referenzgruppe. Wenn die Konfidenzbänder vollständig unter- oder oberhalb der Null liegen, dann entwickelt sich die jeweilige Gruppe signifikant schlechter oder besser als die Referenzgruppe. Abbildung 19 zeigt auf dieselbe Weise die Ergebnisse für die Taktdichte.

Wir sehen im Grunde die Ergebnisse der Analyse vom Anfang dieses Abschnitts bestätigt: Längere durchschnittliche Fahrzeiten zu den nächsten Stationen (egal ob Nah- oder Fernverkehr) sind mit geringeren Bevölkerungswachstumsraten korreliert. Gruppe 2 unterscheidet sich zwar noch nicht signifikant von der Referenzgruppe; die Gruppen 3 und 4 entwickeln sich aber signifikant schlechter. Kritisch wird es also wohl ab einer durchschnittlichen Fahrzeit von etwa 10 Minuten (bzw. etwas mehr als 35 Minuten wenn nur Stationen mit Fernverkehr betrachtet werden). Bei der Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen sehen wir einen ähnlichen Effekt, wenn auch in etwas abgeschwächter Form. Bezieht man alle Stationen ein, dann entwickelt sich nur die vierte Gruppe signifikant schlechter als die Referenzgruppe. Bei der Entwicklung der Baulandpreise messen wir auch hier wieder keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit der durchschnittlichen Fahrzeit.

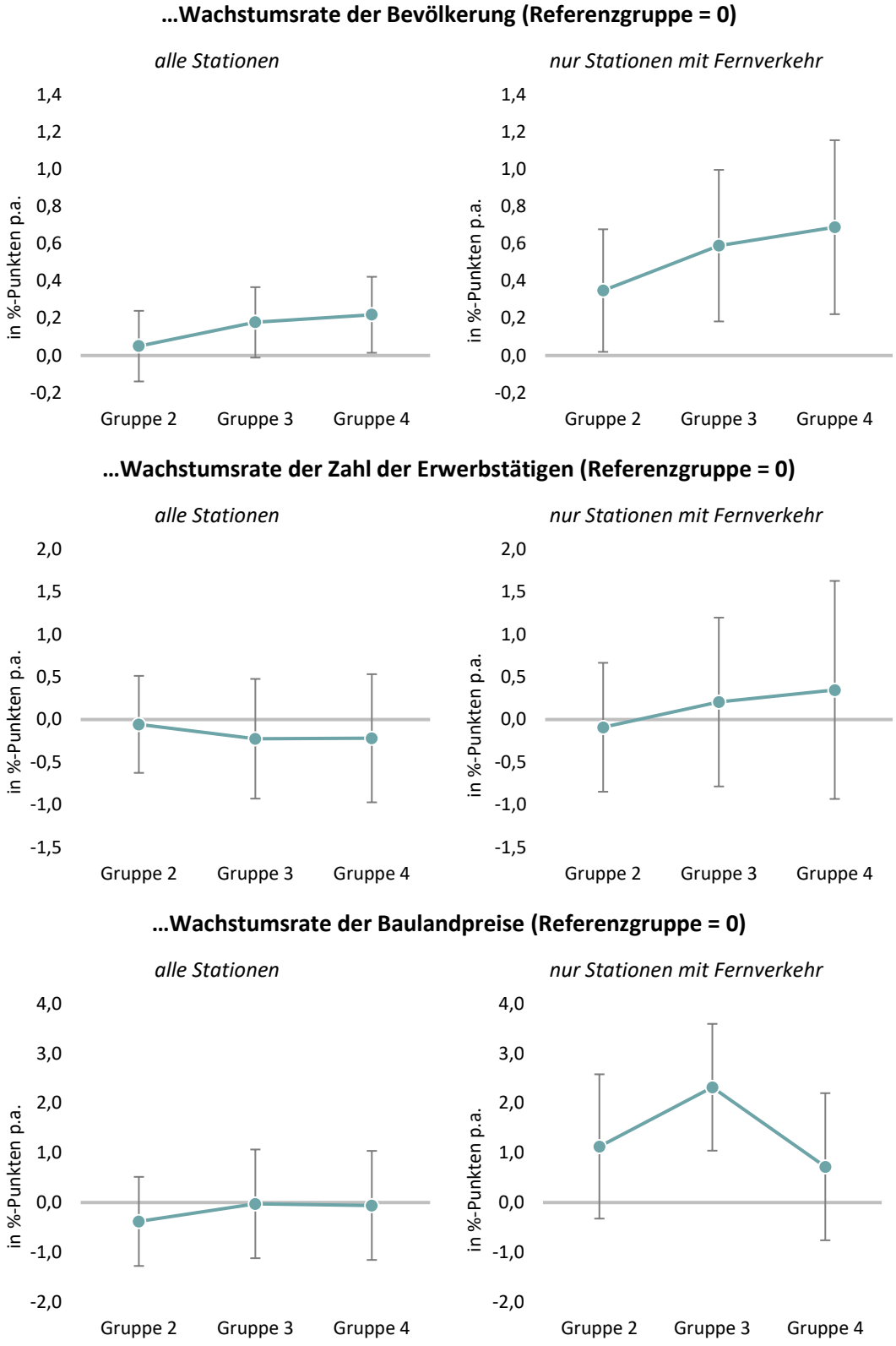
Hinsichtlich der Taktdichte bestätigt sich der starke positive Zusammenhang mit dem Bevölkerungswachstum vor allem im Fernverkehr. Keine signifikanten Unterschiede beobachten wir bei der Erwerbstätigkeit am Arbeitsort. Was die Baulandpreise betrifft, sehen wir für die durchschnittliche Taktdichte nur leichte Unterschiede, die auch nur für die Fernverkehrshalte signifikant sind; dort unterscheidet sich Gruppe 3 signifikant von der Referenzgruppe und zeigt auch das erwartete Vorzeichen. Gruppe 4 ist aber wieder insignifikant. Der Zusammenhang der Taktdichte mit der Entwicklung der Baulandpreise scheint also insgesamt eher wenig robust zu sein.

Abbildung 18: Zusammenhang zwischen der Fahrzeit und der hypothetischen…



Quelle: IHS (2021).

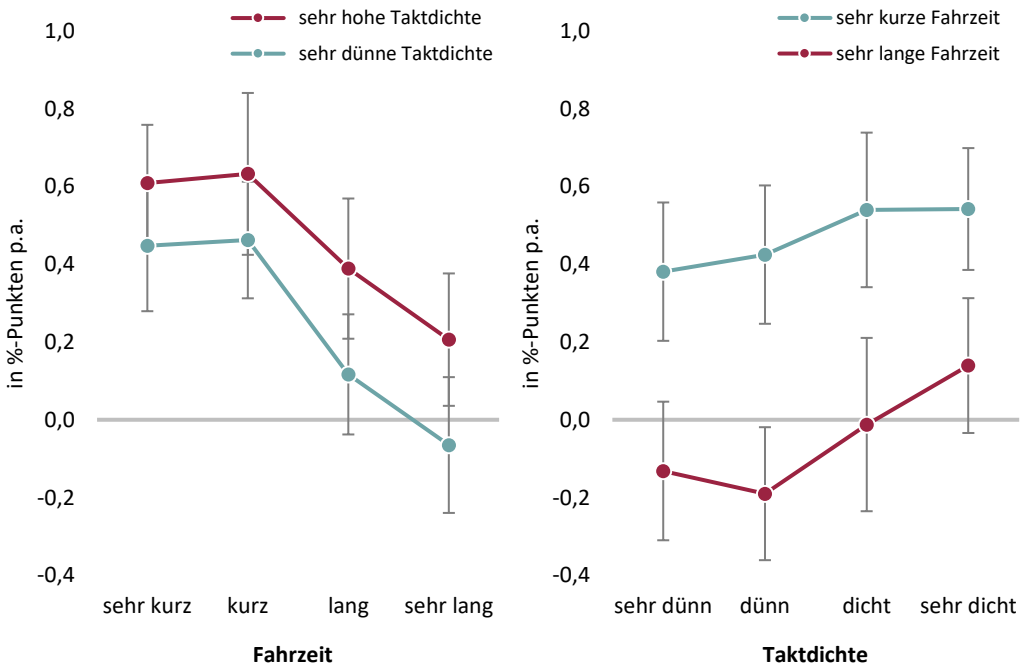
Abbildung 19: Zusammenhang zwischen der Taktdichte und der hypothetischen…



Quelle: IHS (2021).

Wir sehen auch bei dieser Art der Analyse wieder, dass sich Fahrzeit und Taktdichte zum Teil gegenseitig aufwiegen können, dass aber die Fahrzeit etwas wichtiger zu sein scheint als die Taktdichte. In der linken Darstellung in Abbildung 20 ist das Bevölkerungswachstum über alle vier Fahrzeitengruppen hinweg für diejenigen Gemeinden höher, in denen sehr viele Züge halten, als für solche mit sehr geringer Taktdichte. Da sich die Konfidenzbänder jedoch überlappen, ist dieser Unterschied statistisch nicht signifikant. Nach rechts hin – also mit steigender Fahrzeit – wird die hypothetische Wachstumsrate aber schnell geringer. In der rechten Darstellung ist ebenfalls die Fahrzeit ausschlaggebend: Gemeinden mit sehr kurzen Fahrzeiten zu den nächsten Bahnhöfen haben höhere hypothetische Bevölkerungswachstumsraten, während diejenigen mit sehr langen Fahrzeiten in der Nähe der Nulllinie liegen. Die Taktdichte – also eine Bewegung an der Achse nach rechts – erhöht die hypothetische Wachstumsrate nur noch leicht. Diese Beobachtung bestätigt unsere bisherigen Ergebnisse: Die Fahrzeit scheint meistens einen starken Zusammenhang mit dem Bevölkerungswachstum anzuzeigen; die Taktdichte zwar ebenfalls, hier kommt es aber mehr auf die konkreten Umstände an.

Abbildung 20: Hypothetisches Bevölkerungswachstum in Abhängigkeit von Fahrzeit und Taktdichte



Quelle: IHS (2021).

5 Fazit

Ein leistungsstarker Bahnanschluss ist für die sozioökonomische Entwicklung von Gemeinden und ganzen Regionen eine wichtige Einrichtung, da Ansiedlungsentscheidungen der Haushalte und Unternehmen nicht zuletzt davon abhängen, wie gut ein Standort erreichbar ist und vor allem auch, wie viele potentielle KundInnen, ArbeitgeberInnen usw. sich von dort aus schnell erreichen lassen. In der Literatur lassen sich Effekte von Bahnhöfen und Haltestellen auf Bevölkerungs- und Beschäftigungswachstum sowie auf die Entwicklung der Boden- und Immobilienpreise nachweisen.

In der Praxis dürften sich sozioökonomische Variablen und Bahninfrastruktur jedoch auch gegenseitig beeinflussen. Inwieweit sich die gefundenen Effekte also tatsächlich kausal interpretieren lassen, muss immer kritisch betrachtet werden. Die vorliegende Studie verwendet kein kausales Untersuchungssetup, sondern untersucht lediglich den empirisch messbaren Zusammenhang zwischen Merkmalen der Bahnanbindung von Gemeinden (insbesondere im Hinblick auf Fahrzeiten und Taktdichten) und der Entwicklung sozioökonomischer Variablen (insbesondere hinsichtlich Bevölkerungswachstum, Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen am Arbeitsort und Baulandpreisentwicklung). Wir finden einen starken negativen Zusammenhang zwischen Bevölkerungsentwicklung und Fahrzeit zu den nächsten Stationen sowie eine positive Korrelation mit der Taktdichte. Für die Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen ist jedoch nur der Zusammenhang mit der Fahrzeit signifikant. Für die Baulandpreisentwicklung finden wir dagegen nur wenig robuste Ergebnisse. Zumindest bei der Taktdichte von Fernverkehrsstationen könnte es einen leicht positiven Zusammenhang geben; die Fahrzeit zu den nächsten Stationen scheint hier aber nicht relevant zu sein.

Überdies finden wir eine Reihe von Interaktionseffekten. Der Effekt der Taktdichte ist zum Beispiel nicht linear, sondern nimmt mit steigender Taktdichte etwas ab. Außerdem beeinflussen sich die Effekte von Taktdichte und Fahrzeit zum Teil gegenseitig: Zwar können auch weiter entfernte Stationen für eine Gemeinde wichtig sein, wenn dort viele Halte stattfinden; je weiter die Station entfernt ist, desto weniger gut funktioniert jedoch dieser Ausgleichseffekt.

Die Studie bestätigt also den vermuteten und in der Literatur vorwiegenden positiven Zusammenhang zwischen Bahnstationen und der sozioökonomischen Entwicklung von Gemeinden. Dieser Zusammenhang scheint besonders für das Bevölkerungswachstum zu gelten.

6 Literaturverzeichnis

BERGER, T. UND ENFLO, K. (2017): Locomotives of local growth: The short- and long-term impact of railroads in Sweden. In: *Journal of Urban Economics*, 98 (2017), S. 124-138.

BÜCHEL, K. UND KYBURZ, S. (2020): Fast track to growth? Railway access, population growth and local displacement in 19th century Switzerland. In: *Journal of Economic Geography*, 20 (1), S. 155-195.

CHATMAN, D. G. UND NOLAND, R. B. (2014): Transit Service, Physical Agglomeration and Productivity in US Metropolitan Areas. In: *Urban Studies*, 51 (5), S. 917-937.

CREDIT, K. (2017): Transit-oriented economic development: The impact of light rail on new business starts in the Phoenix, AZ Region, USA. In: *Urban Studies*, 55 (13), S. 2.838-2.862.

CREDIT, K. (2019): Transitive properties: a spatial econometric analysis of new business creation around transit. In: *Spatial Economic Analysis*, 14 (1), S. 26-52.

DEBREZION, G., PELS, E. UND RIETVELD, P. (2007): The impact of railway stations on residential and commercial property value: a meta-analysis. In: *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 35 (2), S. 161-180.

GIBBONS, S., HEBLICH, S. UND PINCHBECK, T. (2018): The spatial impacts of a massive rail disinvestment program: The Beeching Axe. CEP Discussion Papers (CEPDP1563). Centre for Economic Performance, London School of Economics and Political Science, London, UK.

HORNUNG, E. (2015): Railroads and growth in Prussia. In: *Journal of the European Economic Association*, 13 (4), S. 699-736.

JOHNSON, D., ERCOLANI, M. UND MACKIE, P. (2017): Econometric analysis of the link between public transport accessibility and employment. In: *Transport Policy*, 60, November 2017, S. 1-9.

KOTAVAARA, O., ANTIKAINEN, H. UND RUSANEN, J. (2011): Population change and accessibility by road and rail networks: GIS and statistical approach to Finland 1970-2007. In: *Journal of Transport Geography*, 19 (2011), S. 926-935.

MAYER, T. UND TREVIEN, C. (2017): The impact of urban public transportation evidence from the Paris region. In: *Journal of Urban Economics*, 102, S. 1-21.

MOHAMMAD, S. I., GRAHAM, D. J., MELO, P. C. UND ANDERSON, R. J. (2013): A meta-analysis of the impact of rail projects on land and property values. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 50, S. 158-170.

ROTGER, G. P. UND NIELSEN, T. S. (2015): Effects of Job Accessibility Improved by Public Transport System: Natural Experimental Evidence from the Copenhagen Metro. In: *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 15 (4), S. 419-441.

SARI, F. (2015): Public transit and labor market outcomes: Analysis of the connections in the French agglomeration of Bordeaux. In: *Transportation Research Part A*, 78 (2015), S. 231-251.

STEER DAVIES GLEAVE (2011): The Value of Station Investment. Research on Regenerative Impacts. Report, November 2011.

STEER DAVIES GLEAVE (2018): Local Economic Benefits of Station Investment. Report, March 2018, London.

WANG, Y. UND WU, B. (2015): Railways and the local economy: Evidence from Qingzang railway. In: *Economic Development and Cultural Change*, 63 (3), S. 551-588.

YOSHINO, N. UND ABIDHADJAEV, U. (2017): An impact evaluation of investment in infrastructure: The case of a railway connection in Uzbekistan. In: *Journal of Asian Economics*, 49, S. 1-11.

YU, H., JIAO, J., HOUSTON, E. UND PENG, Z.-R. (2018): Evaluating the relationship between rail transit and industrial agglomeration: An observation from the Dallas-Fort Worth region, TX. In: *Journal of Transport Geography*, 67 (2018), S. 33-52.

ZHANG, X., LIU, X., HANG, J., YAO, D. UND SHI, G. (2016): Do Urban Rail Transit Facilities Affect Housing Prices? Evidence from China. In: *Sustainability*, 2016, 8, 380.