Raumforsch Raumordn (2012) 70:485–499
DOI 10.1007/s13147-012-0196-5

WISSENSCHAFTLICHER BEITRAG

Erzwungenes oder exzessives Pendeln?

Zum Einfluss der Siedlungsstruktur auf den Berufspendelverkehr

Dennis Guth · Stefan Siedentop · Christian Holz-Rau

Eingegangen: 13. März 2012 / Angenommen: 20. September 2012
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

Zusammenfassung In welchem Maße lässt sich das anhaltende Wachstum des Berufspendelverkehrs (Wohnort und Arbeitsort in verschiedenen Gemeinden) mit Veränderungen der Siedlungsstruktur erklären? Zur Beantwortung dieser Frage werden gemeindescharfe Datensätze zur Erwerbstätigkeit und Beschäftigung sowie zu den regionalen Berufsverkehrsverflechtungen über einen Zeitraum von 37 Jahren analysiert (1970–2007). In den betrachteten acht Agglomerationsräumen steigen über den gesamten Betrachtungszeitraum der Anteil des gemeindeübergreifenden Berufspendelns und die Pendeldistanzen. Die räumliche Entwicklung hat trotz Beschäftigungssuburbanisierung in keiner Region zu einer Reduzierung des Pendelns geführt. Dabei ist in allen betrachteten Agglomerationsräumen die Zunahme des Pendelns deutlich stärker, als dies nach den Veränderungen der Strukturindikatoren zu erwarten gewesen wäre.

Schlüsselwörter Siedlungsstruktur · Berufspendelverkehr · Suburbanisierung · Agglomerationsräume

D. Guth (✉) · Prof. Dr. C. Holz-Rau
Fachgebiet Verkehrswesen und Verkehrsplanung,
Technische Universität Dortmund, August-Schmidt-Straße 10,
44227 Dortmund, Deutschland
E-Mail: dennis.guth@tu-dortmund.de

Prof. Dr. C. Holz-Rau
E-Mail: christian.holz-rau@tu-dortmund.de

Prof. Dr. S. Siedentop
Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 7, 70569 Stuttgart, Deutschland
E-Mail: stefan.siedentop@ireus.uni-stuttgart.de

Forced or Excessive Commuting?

The Impact of Urban Spatial Structure on the Journey to Work

Abstract To what extent can the ongoing growth of commuting between different municipalities be explained by the spatial dynamics of the urban landscape? To answer this question we analyze municipality level data which contain information about trends in jobs and housing locations and regional commuting trips over a period of almost four decades (1970–2007). Our results show increasing shares of cross-municipal commuting, along with increasing commuting distances over time. Despite the suburbanization of the labor force, people and jobs did not come closer together and the shares of cross-municipal commuting trips have not declined over time. Moreover, our study shows that the growth in commuting is clearly stronger than what might be expected from the changing geography of working and housing locations.

Keywords Urban spatial structure · Commuting · Suburbanization · Metropolitan areas

1 Einleitung

Der Anteil und die Anzahl der Erwerbstätigen, die ihre Wohngemeinde für die Arbeit verlassen, ist in den vergangenen Jahrzehnten kontinuierlich gestiegen, ebenso wie die von ihnen im Mittel zurückgelegten Distanzen (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2005; Einig/Pütz 2007; Haas/Hamann 2008; Statistisches Bundesamt 2009; Guth/Holz-Rau/Maciolek et al. 2010). Dabei spielt der Berufsverkehr mit seinem hohen Anteil am gesamten Verkehrsaufwand

eine wichtige Rolle für die klimarelevanten Emissionen des Personenverkehrs.[1] Diese Problematik bildet den Hintergrund der hier durchgeführten Analysen des Berufspendelverkehrs, vor allem der Berufspendeldistanzen.

Grundsätzlich kann das Berufspendeln mit zwei Ursachenkomplexen erklärt werden, erstens der Bereitschaft und Möglichkeit von Individuen, Pendelwege zurückzulegen (Verhaltenskomponente), und zweitens der gegebenen räumlichen Verteilung von Wohn- und Arbeitsstätten (morphologische Komponente) (Charron 2007). Letztere indiziert das in der Siedlungsstruktur manifestierte minimale Ausmaß von Berufsverkehrsverflechtungen, des Pendelaufkommens zwischen den Städten und Gemeinden, während die Verhaltenskomponente eher Ausdruck individueller Abwägungsentscheidungen ist, in denen der Nutzen und die Kosten des Pendelns einander gegenübergestellt werden.

Welche dieser beiden Komponenten maßgeblicher ist, ist in der wissenschaftlichen Literatur umstritten. Eine Reihe von Studien sieht die Veränderungen der räumlichen Verteilung von Wohn- und Arbeitsstätten im Zuge von Suburbanisierungsprozessen als wesentliche Determinante steigender Berufsverkehrsverflechtungen an (Frost/Linneker/Spence 1998; Siedentop/Kausch/Einig et al. 2003; Siedentop 2007; Guth/Holz-Rau/Maciolek et al. 2010; Boussauw/Derudder/Witlox 2011). Obwohl sich in den vergangenen Jahrzehnten auch eine beachtliche Beschäftigungssuburbanisierung (Ansiedlung von Arbeitsplätzen im Umland der Kernstädte) vollzogen hat, existiert nach wie vor ein erheblicher Bedeutungsüberschuss der Kernstädte bei den Arbeitsplätzen. Entsprechend viele Erwerbstätige pendeln in die Großstädte. Neben einer ungleichgewichtigen Ausstattung der Kernstädte und suburbanen Gebiete mit Arbeitsplätzen können auch innerhalb des suburbanen Raumes Ungleichgewichte festgestellt werden (Cervero 1996; Siedentop 2007). Beschäftigungsstarke Gemeinden sind häufig nicht die „Hotspots“ des Wohnungsbaus und umgekehrt. Derartige gesamtregionale und/oder intrasuburbane Ungleichgewichte des Wohnens und Arbeitens – in der internationalen Fachdiskussion als „Jobs-Housing Imbalance“ bezeichnet – sind ein Aspekt der Verkehrsintensität der Raumstruktur.

Eine zweite Position relativiert die Bedeutung siedlungsstruktureller Merkmale im Sinne der Verteilung von Wohn- und Arbeitsstätten auf die Gemeinden. Die Wohnstandortwahl von Berufstätigen wird durch Faktoren wie die Wohn- und Wohnumfeldqualität weitaus stärker beeinflusst als durch den Wunsch nach Nähe zum Arbeitsplatz (Hamilton 1982; Giuliano/Small 1993; Wachs/Taylor/Levine et al. 1993; Horner 2002; Charron 2007). Zusätzlich verwiesen sei auf tiefgreifende gesellschaftliche Veränderungen wie die Pluralisierung der Haushalts- und Lebensformen, die Zunahme der Doppelerwerbstätigkeit in Haushalten, höhere berufliche Qualifikation und Spezialisierung sowie die zeitliche Befristung von Arbeitsverträgen. Auch diese Entwicklungen können dazu führen, dass innerhalb einer gegebenen räumlichen Verteilung von Wohnungen und Arbeitsplätzen die Bereitschaft und auch die Notwendigkeit zum Pendeln steigen. Gleichzeitig hat die Raumdurchlässigkeit erheblich zugenommen. Dies resultiert aus dem Anstieg der privaten Motorisierung und dem parallelen Ausbau der Verkehrssysteme. Auch dies gilt als wichtige Grundlage der räumlichen Entkoppelung von Wohnstandort- und Arbeitsplatzentscheidungen insbesondere in Form der Suburbanisierung zunächst des Wohnens und später des Arbeitens. Empirische Bestätigung sucht diese Argumentation in der geringen Übereinstimmung des siedlungsstrukturell erzwungenen (minimalen) und des tatsächlichen Pendelverkehrs (Hamilton 1982; White 1988; Giuliano/Small 1993) – ein Phänomen, das von Giuliano/Small (1993: 1486) als „Excess Commuting“ bezeichnet wurde. Eher gering wird die Bedeutung einer raumplanerischen Einflussnahme auf das Pendeln durch eine Steuerung der Wohn- und Arbeitsstättenverteilung bewertet; präferiert werden eher preispolitische Maßnahmen, die eine höhere finanzielle Belastung des Pendelns nach sich ziehen würden (vgl. z. B. Gordon/Richardson 1997).

Eine dritte Position schreibt zumindest der Phase der Suburbanisierung von Arbeitsplätzen verkehrsdämpfende Wirkungen zu. Es wird argumentiert, dass die der Wohnsuburbanisierung zeitlich folgende Entstehung eines suburbanen Arbeitsmarktes kürzere intrasuburbane Pendelwege ermöglicht. Durch die Dezentralisierung der Arbeitsplätze können Arbeitnehmer mit einem Wohnstandort im Umland vermehrt zwischen Arbeitsplätzen in Kernstadt und Umland auswählen (Gordon/Kumar/Richardson 1989; Dubin 1991; Gordon/Richardson 1997; Albers/Bahrenberg 1999; Hesse 2001; Crane/Chatman 2004). So werden vergleichsweise lange Pendlerverflechtungen zwischen Umland und Stadt sukzessive durch kürzere Pendelwege zwischen Gemeinden im Umland abgelöst (Giuliano 1991; Aguiléra/Mignot 2004). Nach dieser Hypothese, die teils als „Co-Location“-, teils als „Rational Locator“-Hypothese bezeichnet wird, streben Beschäftigte mit ihrer Entscheidung für einen suburbanen Wohn- und Arbeitsstandort nach einer Entlastung bei ihren Verkehrsaufwendungen (Reisezeit und Verkehrskosten). In der Summe individueller Nutzen-Kosten-Abwägungen auch seitens der Unternehmen bildet sich nach Ansicht der Vertreter der Co-Location-Hypothese im Zeitverlauf ein polyzentrisch-disperses Siedlungsgefüge mit geringeren Verkehrsaufwendungen, gemessen am Verflech-

[1] Die Distanzen im Berufsverkehr in Deutschland haben dabei nach den der Veröffentlichung „Verkehr in Zahlen“ zugrunde liegenden Schätzungen zwischen 1976–2009 ähnlich stark zugenommen wie im Gesamtverkehr. Der Anteil des Berufsverkehrs am gesamten Verkehrsaufwand (ohne Begleitwege) ist weitgehend stabil (1976: 20,6 %, 2009: 19,1 %) (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2011: 225).

Tab. 1 Hypothesen und Möglichkeiten des empirischen Nachweises

Hypothese	Grundaussage	Empirischer Nachweis
Jobs-Housing Imbalance (H1)	Pendlerverflechtungen nehmen durch siedlungsstrukturelle Veränderungen, insbesondere durch die räumliche Entmischung von Wohn- und Arbeitsstätten auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen zu	Zunahme des siedlungsstrukturell erzwungenen (minimalen) Pendelns im Zeitverlauf, insbesondere die Zunahme der Rate des strukturell erzwungenen Pendelns
Excess Commuting (H2)	Pendlerverflechtungen nehmen weitgehend unabhängig von Veränderungen der Siedlungsstruktur zu; individuelle Erklärungsparameter erscheinen ausschlaggebender	Steigende Diskrepanz zwischen den Maßen des siedlungsstrukturell erzwungenen (minimalen) Pendelns und des tatsächlichen Pendelns im Zeitverlauf (Aufkommen und Distanz)
Co-Location (H3)	Siedlungsstrukturelle Veränderungen, insbesondere die Ausbildung eines Arbeitsmarktes im Umland, führen zu geringeren Pendlerverflechtungen. Gleichzeitig optimieren die Erwerbstätigen Wohnort und Arbeitsort im Hinblick auf den Aufwand im Berufsverkehr	Widerlegung der Hypothesen 1 und 2: Abnahme des strukturell erzwungenen Pendelns, abnehmende Diskrepanz zwischen den Maßen des siedlungsstrukturell erzwungenen (minimalen) Pendelns und des tatsächlichen Pendelns im Zeitverlauf (Aufkommen und Distanz)

tungsniveau monozentrischer Siedlungssysteme (Levinson/Kumar 1994; Levinson 2007).

Vor dem Hintergrund dieses Disputs über die Bedeutung siedlungsstruktureller Merkmale und individueller Standortentscheidungen für den Berufsverkehr und dessen Veränderungen werden hier drei konkurrierende Hypothesen einer empirischen Überprüfung unterzogen (vgl. auch Tab. 1).

- „Jobs-Housing Imbalance"-Hypothese (H1): Die räumliche Entmischung von Wohn- und Arbeitsstätten als räumliche Verteilung von Wohnorten und Arbeitsplätzen im Zuge der Suburbanisierung führt zu steigenden Pendlerverflechtungen.
- „Excess Commuting"-Hypothese (H2): Die Siedlungsstruktur erklärt die steigenden Pendlerverflechtungen nur nachrangig. Andere Faktoren, wie z. B. die Doppelerwerbstätigkeit, die Qualität von Arbeitsplätzen oder Wohnorten, die fortschreitende Spezialisierung und Qualifikation, sind bei den individuellen Entscheidungen über die Lage des Arbeitsplatzes und des Wohnortes dominant und führen zu einem höheren Pendelaufwand.
- „Co-Location"-Hypothese (H3): Die Suburbanisierung der Bevölkerung *und* der Beschäftigung als räumliche Verteilung von Wohnorten und Arbeitsplätzen sowie das Bemühen der Akteure um eine Reduzierung ihres Verkehrsaufwandes führen zu Verflechtungsmustern mit geringerem Verkehrsaufwand.

Zur Untersuchung dieser Hypothesen werden Daten zu den regionalen Berufsverkehrsverflechtungen für die Jahre 1970, 1987, 1999 und 2007 auf der administrativen Gliederungsstufe der Gemeinden herangezogen. Diese lange Zeitreihe ist nur für die alten Bundesländer verfügbar und wird anhand der Agglomerationsräume Bremen, Frankfurt (Rhein-Main), Hamburg, Hannover, München, Nürnberg, Stuttgart und Rhein-Ruhr betrachtet. Die Hauptfragestellung dieses Beitrags lautet: Ist die allgemein bekannte Zunahme des gemeindeübergreifenden Berufspendelns und damit der Distanzen im Berufsverkehr vorrangig durch eine Umverteilung der Wohn- und Arbeitsstätten im regionalen Maßstab geprägt oder spielen andere gesellschaftliche Transformationen eine wichtigere Rolle?

Die dabei betrachteten Kenngrößen sind Raten des Pendleraufkommens und des Pendelaufwands, sprich der Pendeldistanzen. Letztere sind vor dem Hintergrund der Diskussion um raumstrukturelle Konzepte zur Verkehrsvermeidung als Beitrag zur Reduzierung klimarelevanter Emissionen besonders relevant. Analysen der Verkehrsmittelnutzung und der Reisezeiten sind aufgrund der Datenlage 1970, 1999 und 2007 leider nicht möglich. Ebenfalls nicht möglich ist anhand der aggregierten Datengrundlage eine Differenzierung weiterer Merkmale der Personen und der Arbeitsplätze.

Unsere empirischen Befunde qualifizieren damit die Debatte um die Relevanz siedlungsstruktureller Veränderungen für die Verkehrsentwicklung. Unser Anspruch ist es dabei nicht, aus diesen Ergebnissen unmittelbar politische Handlungsempfehlungen abzuleiten.

2 Dateneinsatz und methodischer Ansatz

2.1 Datenquellen

Der Beitrag operiert mit gemeindescharfen Daten. Grundlage bilden amtliche Pendler-, Erwerbstätigen- und Arbeitsplatzzahlen der Volks- und Arbeitsstättenzählungen 1970 und 1987 (VZ) sowie Daten der Bundesagentur für Arbeit (BA) der Jahre 1999 und 2007. Als (gemeindeübergreifende) Pendler gelten zu allen Zeitpunkten Erwerbstätige, die auf dem Weg zur Arbeit mindestens eine Gemeindegrenze überschreiten. Erfolgt kein Gemeindeübertritt, wird diese Person als Binnenpendler bezeichnet.

Die Volks- und Arbeitsstättenzählungen 1970 und 1987 wurden als Primär- und Vollerhebungen durchgeführt,

beziehen sich allerdings nur auf die Bundesländer der ehemaligen Bundesrepublik.[2] Demgegenüber umfassen die Daten der Bundesagentur für Arbeit das bundesdeutsche Gebiet nach heutigem Zuschnitt, enthalten jedoch nur jene Pendler, die einem sozialversicherungspflichtigen Arbeitsverhältnis unterliegen. Beamte, Selbstständige und deren mithelfende Familienangehörige sind ausgeschlossen und bleiben 1999 und 2007 daher unberücksichtigt.

Die BA-Pendlerstatistiken enthalten aus diesem Grund nur etwa 75 % aller Erwerbstätigen Deutschlands (Statistisches Bundesamt 2007: 6), was im Zusammenspiel mit den VZ-Zahlen zu berücksichtigen ist. Es bestehen weitere Unterschiede in Struktur und Aufbau der zugrundeliegenden Daten, die einige Modifikationen erfordern, um einen stabilen Ergebnisvergleich zu erlauben. Die hier vorgenommenen Anpassungen können nur schlaglichtartig angerissen werden:

- *Anpassung der Erhebungsgrundlage:* Um die VZ-Daten 1987 und die BA-Daten 1999 und 2007 miteinander vergleichen zu können, wurden in der digital verfügbaren Volks- und Arbeitsstättenzählung 1987 sämtliche Erwerbspersonen ausgeschlossen, die keiner sozialversicherungspflichtigen Tätigkeit nachkommen (vgl. Link/Guth 2010). Eine Modifikation des 1970er Zahlenmaterials nach diesem Schema konnte nicht erfolgen, weil die Daten der Volks- und Arbeitsstättenzählung 1970 nicht digital verfügbar waren und kein verlässliches Schätzverfahren für einen nachträglichen Ausschluss der Beamten und Selbstständigen aus den Originaldaten existiert. Die Absolutniveaus zu den Angaben der Pendler, Erwerbstätigen und Arbeitsplätze sind für 1970 daher nicht vollständig deckungsgleich mit den Daten der folgenden Jahre.[3] Tendenziell sind die auf alle Erwerbstätigen bezogenen Pendlerraten der Volks- und Arbeitsstättenzählung 1970 höher, als es die Pendlerraten der abhängigen Beschäftigten 1970 gewesen sein dürften. Mithin werden die Änderungsraten des Pendelns für den Zeitraum 1970–1987 unterschätzt. Diese spezifische Schwäche wird hier zugunsten der Längsschnittbetrachtung über eine Spanne von fast vier Dekaden in Kauf genommen.
- *Berücksichtigung der kommunalen Gebietsreformen:* Unterschiedliche Gemeindebezüge in den „Rohdaten" erforderten zahlreiche Umkodierungen der Quell-Ziel-Relationen auf den heutigen Gebietszuschnitt. Die Pendler-, Erwerbstätigen- und Arbeitsplatzzahlen aller vier Zeitpunkte sind auf den Gebietsstand von 2007 bezogen und können unmittelbar verglichen werden (vgl. Guth/Scheer 2010).
- *Schätzung der Periodizität des Pendelns:* In den Daten der Bundesagentur für Arbeit besteht keine Unterscheidungsmöglichkeit zwischen täglicher und zeitlängerer (z. B. wöchentlicher) Periodizität der Pendelwege.[4] Die Beschränkung auf regionale Verflechtungen reduziert dieses Problem. Wird in diesem Beitrag von Pendlern gesprochen, so sind dies regionale Pendler, die mit der Gruppe der Tagespendler weitgehend identisch sind.
- *Schätzung der Pendeldistanzen zwischen Gemeinden:* Die Informationen zur Länge des Arbeitsweges sind weder in den VZ- noch in den BA-Daten enthalten. Die zwischengemeindlichen Distanzen wurden daher auf der Grundlage von Straßennetzgeometrien geschätzt und ergeben sich als kürzeste Netzentfernung zwischen den Gemeindemittelpunkten der Wohn- und Arbeitsortgemeinden (Killer/Guth/Holz-Rau et al. 2010). Veränderungen der Straßennetze im Verlauf der hier betrachteten 37 Jahre wurden durch Auswertung regionaler Straßenbauberichte berücksichtigt. Auf eine notwendigerweise vage Schätzung der Distanzen von Binnenpendlern wird verzichtet, da die Datengrundlagen hierfür ausgesprochen schwach sind.[5]
- *Vereinheitlichung der Zensurvorgaben in den Datensätzen:* Aufgrund der Schutzwürdigkeit personenbezogener Einzelinformationen wurden geringbesetzte Ströme in den Pendlermatrizen aller vier Zeitpunkte amtsseitig zensiert. Die „Zensurhärte" schwankt zwischen den verschiedenen Untersuchungsjahren und wurde auf den „kleinsten gemeinsamen Nenner" (Pendlerströme mit mindestens zehn Personen) vereinheitlicht. Diese nicht zu umgehende Zensierung führt insbesondere bei kleineren Gemeinden zu einer Unterschätzung der Pendlerrate und der Pendeldistanzen (vgl. ausführlicher Link 2009).

[2] Das Zahlenmaterial der Volks- und Arbeitsstättenzählung 1970 stand zunächst größtenteils nicht digital zur Verfügung und wurde am Fachgebiet Verkehrswesen und Verkehrsplanung an der Technischen Universität Dortmund zur Weiterverarbeitung aufbereitet (scannen der Originaltabellenbände der Statistischen Landesämter). Die Pendlerzahlen der Volks- und Arbeitsstättenzählung 1987 konnten aus den digitalen Archiven des Forschungsdatenzentrums im Statistischen Landesamt Rheinland-Pfalz hergeleitet werden (vgl. Link/Guth 2010).

[3] Aus Studien ist bekannt, dass Beamte überdurchschnittlich häufig pendeln und zudem längere Pendelwege zurücklegen als Beschäftigte anderer Berufsgruppen (Ott/Gerlinger 1992: 92 und 109 f.). Dies bedeutet, dass das Volumen der gemeinde übergreifenden Pendlerströme und die mittleren Distanzen für das Jahr 1970 tendenziell überschätzt werden.

[4] Diese Unterscheidung ist auch in den Daten der Volks- und Arbeitsstättenzählungen problematisch.

[5] So lässt sich anhand der KONTIV 89 (bundesweite kontinuierliche Haushaltsbefragung zum Verkehrsverhalten, hier: im Jahr 1989) zwischen Binnenpendlern und gemeindeübergreifenden Pendlern unterscheiden. Die Stichprobe der Binnenwege im Berufsverkehr ist allerdings gering, so dass eine nach Gemeindetypen differenzierte Schätzung der Binnendistanzen kaum tragfähig ist. Weitere Daten, die die Konstruktion einer Zeitreihe ermöglichen, fehlen ohnehin.

Nach diesen Anpassungen steht ein Datensatz zur Verfügung, der die Stärke von Pendlerströmen über einen Zeitraum von knapp 40 Jahren beschreibt und dabei gleichzeitig die Anzahl der jeweils in einer Gemeinde lebenden und arbeitenden Erwerbstätigen (Erwerbstätige am Wohnort und Erwerbstätige am Arbeitsort) umfasst. Darüber hinausgehende für Pendleranalysen ebenfalls interessante Informationen fehlen. Dies sind insbesondere Daten zur Verkehrsmittelnutzung, Daten zu den Reisezeiten[6], differenziertere Daten zum Arbeitsplatzangebot sowie Individualdaten der Pendler.

Die Analysen beschränken sich also auf das Aggregat der Pendlerströme. Die Beschreibung der räumlichen Struktur beschränkt sich entsprechend allein auf die Anzahl der Arbeitsplätze und wohnhaften Erwerbstätigen, weitere Merkmale der Passung stehen nicht zur Verfügung.

2.2 Verwendete Indikatoren

Wie oben dargelegt gelten räumliche Funktionsungleichgewichte in Teilen der Verkehrsforschung als wesentliche Determinante steigender Berufsverkehrsverflechtungen. Im Folgenden werden zwei Indikatoren eingesetzt, die die Implikationen funktionaler (Ent-)Mischung für den Berufsverkehr beschreiben:

- der Mindestanteil der Pendler an den Erwerbstätigen im Untersuchungsraum und
- die Mindestdistanz der erforderlichen Pendelvorgänge (als Durchschnittsdistanz über alle mindestens erforderlichen Pendelvorgänge in der Region).

Diese Indikatoren sind unabhängig von der Anzahl der tatsächlichen Pendelvorgänge und deren tatsächlicher Länge. Sie werden mit zwei Indikatoren verglichen, die die realen Pendelvorgänge beschreiben:

- der tatsächliche Anteil der Pendler an den Erwerbstätigen im Untersuchungsraum und
- die tatsächliche Distanz der realisierten Pendelvorgänge (als Durchschnittsdistanz über alle tatsächlichen Pendelvorgänge in der Region).

Strukturbedingter Mindestanteil der Pendelvorgänge (SminPI)

Wenn in einer Gemeinde die Anzahl der wohnhaften Erwerbstätigen (EW_i) und der Arbeitsplätze (EA_i) voneinander abweichen, „erzwingt“ dies Berufspendlervorgänge. Überwiegen die wohnhaften Erwerbstätigen, führt dies zu Mindestauspendlerströmen, überwiegen die Arbeitsplätze, führt dies zu Mindesteinpendlerströmen. Der hier verwendete „strukturbedingte Mindestanteil der Pendelvorgänge“ innerhalb einer Region addiert gemeindescharf die in diesem Sinne erzwungenen Pendlerströme und zeigt damit, wie viele Berufstätige aus raumstrukturellen Gründen mindestens pendeln müssen (vgl. auch Guth/Holz-Rau/Maciolek et al. 2010). Das Aggregatmaß für eine Region berechnet sich nach Formel 1:

$$\mathrm{SminPI} = \frac{\sum_{i=1}^{n} |\mathrm{EA_i} - \mathrm{EW_i}|}{\sum_{i=1}^{n} (\mathrm{EA_i} + \mathrm{EW_i})} \quad (1)$$

mit:

SminPI	Strukturbedingter Mindestanteil der Pendelvorgänge,
EA_i	Arbeitsplätze (Erwerbstätige am Arbeitsort) der Gemeinde i,
EW_i	erwerbstätige Wohnbevölkerung (Erwerbstätige am Wohnort) der Gemeinde i,
n	Anzahl der Gemeinden der Region

Strukturbedingt minimale Durchschnittspendeldistanz ($SminP_{dist}$)

Die räumliche Ausprägung dieser Strukturungleichgewichte wirkt sich jedoch nicht nur auf die Mindestpendelvorgänge, sondern auch auf die von den Pendlern mindestens zurückzulegenden Distanzen aus. So könnten beispielsweise im Fall vollständiger Funktionsentmischung (SminPI = 1) die jeweils „reinen Arbeitsplatzgemeinden“ direkt neben den jeweils „reinen Wohnortgemeinden“ liegen. Der Ausgleich der zwischengemeindlichen Funktionsungleichgewichte *könnte* also auf kurzem Wege erfolgen. Die strukturbedingten minimalen Pendlerdistanzen wären in diesem Fall relativ gering. Die jeweils monofunktionalen Gemeinden könnten aber auch räumlich weiter voneinander getrennt sein, z. B. alle Arbeitsplätze im Zentrum der Region, alle Wohnstandorte am Rand der Region. Dann wären die Mindestdistanzen deutlich höher.

Diesen zweiten Aspekt der räumlichen (Ent-)Mischung beschreibt die minimale Pendeldistanz ($SminP_{dist}$), die eine (theoretische) Verflechtungsstruktur mit der minimalen Gesamtdistanz aller „Mindestpendler“ bei gegebener räumlicher Verteilung der Wohn- und Arbeitsstätten sowie dem regionalen Verkehrsnetz repräsentiert (vgl. ausführlich White 1988; Horner 2002; Ma/Banister 2006). Dabei wird, vereinfacht ausgedrückt, für jeden „Mindestpendler“ der in räumlicher Hinsicht nächstgelegene Arbeitsplatz gesucht (Formel 2). $SminP_{dist}$ gibt damit Aufschluss über das Maß der siedlungsstrukturell erzwungenen Pendeldistanzen für diejenigen, die siedlungsstrukturell erzwungen pendeln müssen.

[6] Die rekonstruierten Reisezeitmatrizen enthalten zwar Fahrzeiten zwischen den Gemeinden, ohne Kenntnis der Verkehrsmittelnutzung lassen sich daraus aber keine Reisezeiten der Pendler ableiten (vgl. Killer/Guth/Holz-Rau et al. 2010).

Der Indikator wurde hier mit einem Optimierungsalgorithmus aus der Verkehrsmodellierung umgesetzt (vgl. auch Horner 2002; Boussauw/Derudder/Witlox 2011). Zur Optimierung der Pendlermatrix wird in der Verteilungsrechnung die Netzgeschwindigkeit im zwischengemeindlichen Netz vereinheitlicht, so dass sich die Raumwiderstände allein aus den Netzdistanzen ergeben. Der Widerstand im Binnenverkehr wird extrem klein gewählt, damit in der Verteilungsrechnung die Erwerbstätigen einer Gemeinde zuerst alle verfügbaren Arbeitsmöglichkeiten am Wohnort auffüllen und nur dann auspendeln, wenn in der Wohngemeinde die Anzahl der Erwerbstätigen die der Arbeitsplätze übersteigt. Die entsprechenden $SminP_{dist}$-Werte werden als Durchschnittswerte der Pendler ausgewiesen, so dass der jeweilige Regionswert der minimalen Pendeldistanz durch die Anzahl aller „strukturbedingt erzwungenen" intraregionalen Pendler dividiert wird.

$$SminP_{dist} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} d_{ij} * SminP_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} SminP_{ij}} \quad (2)$$

mit

$SminP_{dist}$	Strukturbedingt minimale Durchschnittspendeldistanz je Mindestpendler,
$SminP_{ij}$	Anzahl der intraregionalen Mindestpendler auf der Relation von i nach j (nach Verteilungsrechnung),
d_{ij}	Straßennetzdistanz zwischen den Zentroiden der Gemeinden i und j,
n	Anzahl der Gemeinden der Region

Intensität des realen Pendelaufkommens (realPI)

Die bisherigen Indikatoren beschreiben das durch die Funktionsungleichgewichte determinierte Mindestpendeln: Wie hoch ist der Anteil derjenigen, die infolge der Funktionsungleichgewichte pendeln müssen, und wie groß sind ihre Distanzen mindestens? Diesen werden Indikatoren der tatsächlichen Pendelvorgänge gegenübergestellt. Die Intensität des Pendelaufkommens misst den Anteil der Arbeitsverhältnisse, in denen *tatsächlich* gependelt wird. Sie berechnet sich gemeindescharf als Anteil des Pendelaufkommens an den Arbeitsverhältnissen, also als Quotient aus der Summe von Auspendlern (AP_i) und Einpendlern (EP_i), sowie der Summe der Erwerbstätigen und Arbeitsplätze und wird über die Region summiert (Formel 3):

$$realPI = \frac{\sum_{i=1}^{n}(AP_i + EP_i)}{\sum_{i=1}^{n}(EA_i + EW_i)} \quad (3)$$

mit:

realPI	Intensität des realen Pendelaufkommens,
AP_i	Auspendler der Gemeinde i,
EP_i	Einpendler der Gemeinde i,
EA_i	Arbeitsplätze (Erwerbstätige am Arbeitsort) der Gemeinde i,
EW_i	Erwerbstätige Wohnbevölkerung (Erwerbstätige am Wohnort) der Gemeinde i,
n	Anzahl der Gemeinden der Region

Durchschnittliche reale Pendeldistanz ($realP_{dist}$)

Ergänzend zur Intensität des Pendelaufkommens sind die dabei zurückgelegten Distanzen relevant. Die durchschnittliche reale Pendeldistanz bezieht sich auf die realisierten Pendelvorgänge. Sie berechnet sich gemeindescharf als Quotient aus der Summe der realen Pendeldistanzen aller Ein- und Auspendler sowie der Summe der Ein- und Auspendler. Die Berechnung für die Region erfolgt nach Formel 4:

$$realP_{dist} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}(d_{ij} * AP_{ij} + d_{ij} * EP_{ji})}{\sum_{i=1}^{n}(AP_i + EP_i)} \quad (4)$$

mit:

$realP_{dist}$	Durchschnittliche reale Pendeldistanz,
AP_{ij}	Anzahl der Auspendler der Gemeinde i in die Gemeinde j,
EP_{ji}	Anzahl der Einpendler der Gemeinde i aus der Gemeinde j,
d_{ij}	Straßennetzdistanz zwischen den Zentroiden der Gemeinden i und j,
AP_i	Auspendler der Gemeinde i,
EP_i	Einpendler der Gemeinde i,
n	Anzahl der Gemeinden der Region

Jährliche Veränderungsrate der Indikatoren

Die bisher behandelten Indikatoren der Funktionsungleichgewichte und des realisierten Pendelns liefern zeit*punkt*bezogene Zustandsbilder. Sollen die Veränderungen zwischen den unterschiedlichen Zeitspannen miteinander verglichen werden, lässt sich die durchschnittliche jährliche Änderungsrate für einen Zeitraum nach der Zinseszinsformel berechnen (Formel 5). Die resultierenden Kennziffern repräsentieren die durchschnittliche jährliche Veränderungsrate des Zeitraums in Prozent, positive Werte ein Wachstum, negative Werte einen Rückgang.

$$\Delta Indikator = \left(\sqrt[t2-t1]{\frac{Indikator_{t2}}{Indikator_{t1}}} - 1 \right) * 100 \text{ (in \%/a)} \quad (5)$$

mit:
ΔIndikator Jährliche Veränderungsrate der Indikatoren,
$Indikator_{t1}$ Indikator i zum Zeitpunkt t1,
$Indikator_{t2}$ Indikator i zum Zeitpunkt t2,
t1 und t2 in Kalenderjahren

Die indikatorengestützten Analysen im weiteren Verlauf erfolgen mit Methoden der beschreibenden Statistik. Die Anwendung von Signifikanztests entfällt, da diese dem Schluss von Stichproben auf die Grundgesamtheit dienen. Die vorliegenden Datenbestände umfassen aber die Grundgesamtheit.

2.3 Abgrenzung von Agglomerationsräumen

Der Vergleich von Regionen erfordert eine Abgrenzung von Untersuchungsräumen mit einheitlichen Kriterien. Dies kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Neben dem Einsatz von Ringzonenmodellen (z. B. bei Siedentop/Kausch/Einig et al. 2003 und Guth/Holz-Rau/Maciolek et al. 2010), die mit konzentrischen Ringen um einen definierten Regionsmittelpunkt operieren, hat sich in der Fachdiskussion die Abgrenzung nach den Berufspendlerverflechtungen selbst durchgesetzt. Nach diesem Verfahren wird die Zugehörigkeit einer Gemeinde zu einer bestimmten Region durch die Vorgabe von Mindestpendelschwellen vorgenommen (z. B. bei Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2005 und Herrmann/Schulz 2005). Dies kommt hier als vierstufiges Verfahren zum Einsatz:

1. Definition der Agglomerationskerne: Agglomerationskerne sind Gemeinden, die eine große Anziehungskraft als Wohn- und Arbeitsplatzstandorte besitzen. Als Kriterium wurde eine Einwohnerzahl größer als 500.000 (Stand: 31.12.2006) gewählt.
2. Definition der weiteren Kernstädte:Alle Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern (Stand: 31.12.2006) werden als weitere Kernstädte bezeichnet. Zusammen mit den Agglomerationskernen bilden sie die Menge aller Kernstädte. Alle übrigen Gemeinden gelten vorläufig als „potenziell“ agglomerationsangehörig.
3. Festsetzung kernstädtischer Einzugsbereiche:In unseren Analysen gehört eine Gemeinde dann zu einer Agglomeration, wenn in der Summe mindestens 7,5 % ihrer Erwerbstätigen in eine oder mehrere der vorselektierten Kernstädte auspendeln.[7] Alle übrigen Gemeinden, die unter diese Schwelle fallen, gelten als agglomerationsfern und werden nicht weiter betrachtet.
4. Bildung funktionaler Pendlerräume:Die agglomerationsangehörigen Gemeinden werden in einem letzten Schritt jeweils einer Agglomeration zugeordnet. Als Zuordnungskriterium gilt die Orientierung des jeweiligen Hauptpendelstromes: Jede agglomerationsangehörige Gemeinde wird demjenigen Agglomerationsraum zugeteilt, mit dessen Kernstädten sie am stärksten verflochten ist.

Die Abgrenzung der Regionen wurde anhand der Pendlermatrix 2007 vorgenommen (vgl. auch Abb. 1).[8] Die abgegrenzten Untersuchungsräume bestehen aus 2.511 Gemeinden (29,6 % aller Gemeinden der alten Bundesländer). Dazu gehören elf Agglomerationskerne und 38 weitere Kernstädte, das heißt insgesamt 49 Kernstädte mit mehr als 100.000 Einwohnern. Die Einzugsbereiche der Agglomerationskerne Dortmund, Düsseldorf, Essen und Köln wurden zu einer Region zusammengefasst („Rhein-Ruhr“), weil starke gegenseitige Verflechtungen bestehen. Die Gesamtheit der hier betrachteten Regionen erstreckt sich über eine Fläche von 82.956 km^2 (33,9 % der Fläche der alten Bundesländer). Auf diese entfielen im Jahr 2007 55,1 % der Bevölkerung (36,2 Mio.), 55,2 % aller Erwerbstätigen (11,8 Mio.) sowie 56,7 % aller Arbeitsplätze (12,3 Mio.) der alten Bundesländer. Tabelle 2 fasst relevante Strukturkennziffern zusammen.

3 Ergebnisse

3.1 Struktur der Untersuchungsräume und ihre Veränderungen im Zeitverlauf

Die Strukturanalysen zeigen erhebliche Unterschiede zwischen den Untersuchungsregionen, die auch für die Interpretation der Entwicklungslinien relevant sind und hier für das Jahr 2007 konkreter dargestellt werden (vgl. Tab. 3). Der Anteil aller Kernstädte an der Gesamtbevölkerung und an den Erwerbstätigen schwankt zwischen knapp 25 % (Region Stuttgart) und 55 % (Region Rhein-Ruhr). Diese statistischen Unterschiede sind gleichzeitig Ausdruck unterschiedlicher räumlicher Strukturen und unterschiedlicher Modalitäten der Gemeindeabgrenzungen. So sind beispielsweise die Gemeindezuschnitte in Baden-Württemberg und Hessen deutlich kleinteiliger als in Nordrhein-Westfalen.

[7] In den vorbereitenden Analysen wurden verschiedene Pendlerschwellen eingesetzt. Die 7,5 %-Schwelle wurde als geeigneter Bezugspunkt für die Regionsbildung angesehen, da die so abgegrenzten Regionen am besten mit anderen Abgrenzungsmodellen (z. B. Modell der Stadtregionen des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung) übereinstimmten.

[8] Die Abgrenzung sollte anhand der Datengrundlage mit den großräumigsten Verflechtungen erfolgen, da nur dann das Ausmaß der Pendlerzunahme zu erkennen ist. Würde ein Regionszuschnitt beispielsweise anhand der Volks- und Arbeitsstättenzählung 1970 erfolgen, würden die hauptsächlichen Zuwächse des Pendelns in den folgenden Jahren außerhalb des Untersuchungsraums liegen.

Tab. 2 Strukturdaten der abgegrenzten Agglomerationsräume des Jahres 2007. (Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Laufenden Raumbeobachtung des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung sowie nach Daten der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit 2007)

Agglomerationsraum	Gemeinden				Gesamtfläche (km²)	Bevölkerung (Mio.)	Erwerbstätige (Mio.)	Arbeitsplätze (Mio.)
	Insgesamt	Davon						
		AK[a]	WK[b]	SG[c]				
Bremen	154	1	2	151	8.977	1,97	0,61	0,62
Frankfurt (Rhein-Main)	428	1	4	423	9.244	4,57	1,55	1,71
Hamburg	589	1	1	587	12.246	3,96	1,28	1,35
Hannover	207	1	3	203	8.538	2,57	0,81	0,82
München	379	1	1	377	11.401	3,90	1,39	1,51
Nürnberg	186	1	2	183	6.389	1,77	0,62	0,65
Rhein-Ruhr	287	4	22	261	19.027	13,57	4,15	4,22
Stuttgart	281	1	3	277	7.133	3,91	1,37	1,45

[a]Agglomerationskerne ab 500.000 Einwohner
[b]Weitere Kernstädte ab 100.000 Einwohner
[c]Sonstige Gemeinden im Umland

Tab. 3 Anteil der Bevölkerung, Erwerbstätigen und Arbeitsplätze in den Kernstädten der Agglomerationsräume im Jahr 2007. (Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Laufenden Raumbeobachtung des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung sowie nach Daten der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit 2007)

Agglomerationsraum	Anteil aller Kernstädte an der Gesamtsumme der Agglomerationen 2007 (in %)		
	Bevölkerung	Erwerbstätige	Arbeitsplätze
Bremen	41,8	39,9	55,8
Frankfurt (Rhein-Main)	30,3	29,7	48,0
Hamburg	49,7	48,8	63,2
Hannover	37,8	37,3	55,8
München	39,9	41,2	52,7
Nürnberg	40,6	39,4	57,9
Rhein-Ruhr	54,6	53,9	64,1
Stuttgart	24,2	22,8	34,3

Tabelle 3 zeigt ferner, dass in allen Agglomerationsräumen der Konzentrationsgrad der Arbeitsplätze höher ist als der der Erwerbstätigen, was die im Vergleich zu privaten Haushalten höhere Wirksamkeit von Agglomerationsvorteilen für ökonomische Akteure repräsentiert. Der ‚Vorsprung' der Erwerbstätigen- gegenüber der Arbeitsplatzdekonzentration beträgt in einigen Regionen über 15 Prozentpunkte (Bremen, Frankfurt/Rhein-Main, Hannover, Nürnberg), was bereits einen ersten Hinweis auf das Maß siedlungsstrukturell erzwungenen Pendelns gibt.

Tabelle 4 und Abb. 1 machen deutlich, dass dieser Zustandsbeschreibung für das Jahr 2007 seit 1970 Dekonzentrationsprozesse in regional recht unterschiedlicher Intensität vorangegangen sind. Die Ergebnisse zeigen aber auch eine zentrale Gemeinsamkeit: Der Prozess der Suburbanisierung hat deutlich an Dynamik verloren. In einigen Regionen lässt sich sogar für die letzte Beobachtungsperiode (1999–2007) ein leichter Bedeutungszuwachs der Kernstädte konstatieren.

Tabelle 5 verdeutlicht schließlich, dass die Suburbanisierung der Beschäftigung die Arbeitsplatzdefizite des Umlandes in allen Regionen außer in der Region Rhein-Ruhr (keine Veränderung) verringert hat. Im beschäftigungsstärksten Umland der hier betrachteten Agglomerationen – der Region Stuttgart – entfielen im Jahr 2007 immerhin neun Arbeitsplätze auf zehn Erwerbstätige. Einen ähnlich hohen Arbeitsplatzbesatz erreicht das Umland in den Regionen München und Frankfurt (Rhein-Main). Gleichzeitig haben die Kernstädte in allen Regionen ihren Arbeitsplatzbesatz

Tab. 4 Änderungsraten der Kernstadtanteile ausgewählter Strukturgrößen in den Untersuchungsräumen im Zeitraum 1970–2007. (Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Statistischen Landesämter, nach Daten der Laufenden Raumbeobachtung des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung, nach Daten der Volks- und Arbeitsstättenzählungen 1970 und 1987 sowie nach Daten der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit 1999 und 2007)

Agglomerationsraum	Durchschnittliche jährliche Veränderung des Anteils aller Kernstädte an der Gesamtsumme der Agglomerationen (in %/a)											
	Bevölkerung				Erwerbstätige				Arbeitsplätze			
	1970–1987	1987–1999	1999–2007	1970–2007	1970–1987	1987–1999	1999–2007	1970–2007	1970–1987	1987–1999	1999–2007	1970–2007
Bremen	−0,47	−0,44	−0,24	−0,41	−0,33	−0,95	−0,35	−0,54	−0,27	−0,76	0,00	−0,37
Frankfurt (Rhein-Main)	−0,70	−0,42	0,03	−0,45	−0,94	−0,64	−0,04	−0,65	−0,27	−0,49	0,03	−0,28
Hamburg	−0,65	−0,47	−0,15	−0,48	−0,82	−0,73	0,02	−0,61	−0,58	−0,51	0,13	−0,40
Hannover	−0,48	−0,40	−0,17	−0,39	−0,63	−0,56	−0,17	−0,51	−0,10	−0,57	−0,10	−0,25
München	−0,92	−0,74	0,06	−0,65	−0,95	−0,58	−0,34	−0,70	−0,55	−0,99	−0,26	−0,63
Nürnberg	−0,54	−0,52	0,08	−0,40	−0,51	−0,70	−0,14	−0,49	−0,25	−0,50	−0,02	−0,28
Rhein-Ruhr	−0,46	−0,33	−0,15	−0,35	−0,57	−0,35	−0,26	−0,43	−0,35	−0,26	−0,05	−0,26
Stuttgart	−0,81	−0,35	−0,18	−0,53	−1,09	−0,67	−0,38	−0,80	−0,65	−0,70	−0,20	−0,57

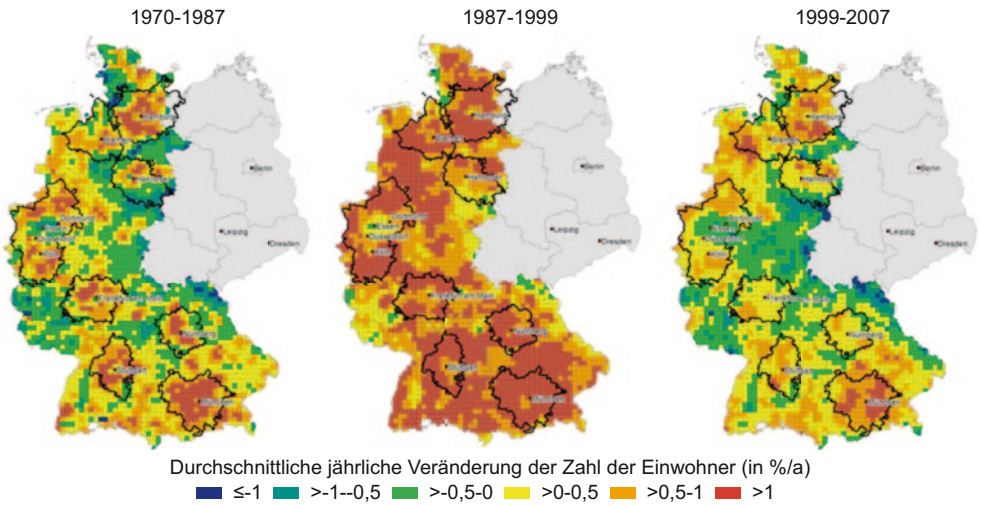

Abb. 1 Abgrenzung der Untersuchungsräume und jährliche Bevölkerungsentwicklung in den alten Bundesländern dargestellt mit einem 10 km-Raster. (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten der Statistischen Landesämter sowie nach Daten der Laufenden Raumbeobachtung des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung; Geodatensatz: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie)

Tab. 5 Arbeitsplatzbesatz (Quotient aus Arbeitsplätzen und Erwerbstätigen) im Zeitraum 1970–2007. (Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Volks- und Arbeitsstättenzählungen 1970 und 1987 sowie nach Daten der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit 1999 und 2007)

Agglomerationsraum	1970		1987		1999		2007	
	Kernstädte	Umland	Kernstädte	Umland	Kernstädte	Umland	Kernstädte	Umland
Bremen	1,20	0,64	1,30	0,70	1,37	0,76	1,42	0,75
Frankfurt (Rhein-Main)	1,40	0,75	1,65	0,76	1,75	0,81	1,78	0,82
Hamburg	1,16	0,66	1,26	0,72	1,34	0,76	1,36	0,76
Hannover	1,34	0,69	1,50	0,67	1,52	0,72	1,53	0,72
München	1,10	0,63	1,41	0,76	1,37	0,87	1,39	0,88
Nürnberg	1,26	0,63	1,46	0,70	1,51	0,73	1,54	0,73
Rhein-Ruhr	1,09	0,78	1,17	0,79	1,19	0,81	1,21	0,79
Stuttgart	1,34	0,81	1,55	0,87	1,56	0,90	1,59	0,90

weiter erhöht, da die Suburbanisierung der erwerbstätigen Bevölkerung stärker verlief als die der Arbeitsplätze.

3.2 Jobs-Housing Imbalance, Excess Commuting oder Co-Location?

Nach den Strukturanalysen des Zeitraums 1970–2007 ist der Anteil der Kernstädte (Agglomerationskerne und weitere Städte über 100.000 Einwohner) zunächst vor allem an der Wohnbevölkerung, dann auch an den Arbeitsplätzen gesunken. Diese Prozesse der Bevölkerungs- und Arbeitsplatzsuburbanisierung haben sich deutlich abgeschwächt, teilweise in den letzten Jahren sogar umgekehrt.

Anhand der in Kap. 2.2 vorgestellten Indikatoren soll nun den Veränderungen der Berufsverkehrsverflechtungen nachgegangen werden. Die Veränderungen der Mindestpendleranteile und Mindestpendeldistanzen sollen zeigen, ob die raumstrukturelle Entwicklung der Hypothese der Jobs-Housing Imbalance (H1) entspricht. Der Vergleich der Mindestpendleranteile und Mindestpendeldistanzen mit den realen Pendleranteilen und Pendeldistanzen überprüft die Hypothese eines Excess Commuting (H2). Im Gegensatz zu den dabei erwarteten Entwicklungen steht die Co-Location-Hypothese (H3), die als Negation der ersten beiden Hypothesen überprüft wird.

Auf einen Punkt sei hier besonders hingewiesen: Die Betrachtung der acht Regionen aus den alten Bundesländern ist nicht als Regionsvergleich der Pendlerstrukturen angelegt, da die Ergebnisse für die einzelnen Regionen stark von den Gemeindezuschnitten bestimmt werden. So führen große Gemeindeflächen zu geringeren Pendlerraten (hoher Anteil von Binnenpendlern) und zu höheren Durchschnittsdistanzen der jeweiligen Pendlerströme (Distanz zwischen den Gemeindezentroiden). Im Mittelpunkt der Analysen stehen vielmehr Entwicklungslinien im Zeitverlauf. Hierzu dienen vor allem die Änderungsraten des Pendelaufkommens und der durchschnittlichen Distanzen der gemeindeübergreifenden Ströme – strukturbedingt und realisiert.

Im Sinne der Jobs-Housing Imbalance-Hypothese sollte die Rate der strukturell erzwungenen Pendelvorgänge steigen. Für die acht betrachteten Agglomerationsräume zeigt sich tatsächlich eine deutliche Zunahme über den Gesamtzeitraum von gut 40 % (Agglomerationsräume Frankfurt/Rhein-Main und Stuttgart) bis über 90 % (Agglomerationsräume Bremen und Nürnberg) (vgl. Tab. 6). Bezogen auf die raumstrukturell erzwungenen Mindestpendlerraten bestätigt sich damit die Hypothese einer Jobs-Housing Imbalance. Die raumstrukturellen Entwicklungen, die Veränderungen der Verteilung von Erwerbstätigen und Arbeitsplätzen auf die Städte und Gemeinden, erzwingen eine Zunahme des Pendelns.

Zwischen 1970 und 1987 ist die Mindestpendlerrate in allen Regionen deutlich gestiegen. Diese Entwicklung

Tab. 6 Entwicklung der Mindestpendlerraten im Zeitraum 1970–2007. (Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Volks- und Arbeitsstättenzählungen 1970 und 1987 sowie nach Daten der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit 1999 und 2007)

Agglomerationsraum	SminPI[a]				ΔSminPI[b]				
	%				%/a				%
	1970	1987	1999	2007	1970–1987	1987–1999	1999–2007	1970–2007	1970–2007
Bremen	9,6	15,8	17,1	18,3	2,96	0,69	0,86	1,76	90,9
Frankfurt (Rhein-Main)	17,3	23,6	24,1	24,9	1,82	0,19	0,38	0,98	43,3
Hamburg	9,3	15,4	16,4	16,9	3,01	0,50	0,37	1,62	81,1
Hannover	14,9	21,6	21,7	22,5	2,21	0,03	0,44	1,11	50,6
München	10,9	17,9	17,4	18,4	2,95	−0,21	0,69	1,43	69,0
Nürnberg	11,7	20,4	20,5	22,4	3,32	0,04	1,13	1,78	91,8
Rhein-Ruhr	6,6	10,6	11,0	11,8	2,78	0,32	0,89	1,57	77,8
Stuttgart	14,5	19,7	19,6	20,8	1,81	−0,04	0,77	0,98	43,4

[a] *SminPI* Strukturbedingter Mindestanteil der Pendelvorgänge (in % der Beschäftigungsverhältnisse)
[b] Δ*SminPI* Jährliche Veränderung des strukturbedingten Mindestanteils der Pendelvorgänge (in % pro Jahr)

Tab. 7 Entwicklung der Mindestpendlerdistanzen im Zeitraum 1970–2007. (Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Volks- und Arbeitsstättenzählungen 1970 und 1987 sowie nach Daten der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit 1999 und 2007)

Agglomerationsraum	$SminP_{dist}$ [a]				$\Delta SminP_{dist}$ [b]				
	km				%/a				%
	1970	1987	1999	2007	1970–1987	1987–1999	1999–2007	1970–2007	1970–2007
Bremen	18,8	16,2	15,0	14,4	−0,86	−0,68	−0,46	−0,71	−23,3
Frankfurt (Rhein-Main)	19,8	14,6	13,5	13,6	−1,79	−0,64	0,14	−1,00	−31,1
Hamburg	20,4	19,4	18,7	19,4	−0,30	−0,30	0,48	−0,13	−4,8
Hannover	15,4	14,3	13,3	13,5	−0,42	−0,58	0,10	−0,36	−12,4
München	17,6	17,8	15,7	16,7	0,05	−1,00	0,72	−0,15	−5,4
Nürnberg	14,9	13,9	12,4	12,7	−0,38	−0,95	0,26	−0,43	−14,7
Rhein-Ruhr	15,4	15,3	14,7	13,9	−0,04	−0,33	−0,68	−0,27	−9,5
Stuttgart	11,8	11,2	10,2	10,2	−0,33	−0,77	−0,02	−0,41	−14,0

[a] $SminP_{dist}$ Strukturbedingt minimale Durchschnittspendeldistanz (in km/Pendelvorgang, einfache Entfernung im Netz)
[b] $\Delta SminP_{dist}$ Veränderung der strukturbedingt minimalen Durchschnittspendeldistanz (in km/Pendelvorgang, einfache Entfernung im Netz)

einer strukturell erzwungenen Zunahme des Pendelns kam im Zeitraum 1987–1999 dann fast zum Erliegen, während 1999–2007 die Mindestpendlerraten wieder steigen, wenn auch deutlich schwächer als 1970–1987.

Bezieht man dagegen die Jobs-Housing Imbalance auf die Mindestpendeldistanzen, zeigt sich ein anderes Bild (vgl. Tab. 7). In allen Regionen sind die Mindestdistanzen der erzwungenen Pendler gesunken. Die Änderung über den gesamten Zeitraum (1970–2007) ist allerdings meist deutlich geringer als die Zunahme der Mindestpendlerrate (Ausnahme Frankfurt/Rhein-Main). Die Hypothese der Jobs-Housing Imbalance wird damit also nicht entkräftet.

Eine Differenzierung der einzelnen Zeitabschnitte weist tendenziell auf eine Zunahme der strukturbedingten Distanzen im letzten Untersuchungszeitraum hin. Sanken zwischen 1970 und 1987 sowie zwischen 1987 und 1999 die Mindestdistanzen noch in (fast) allen Agglomerationsräumen, überwiegt im letzten Zeitraum die Zunahme der strukturbedingten Mindestdistanzen.

Vergleicht man im Sinne der Hypothese des Excess Commuting die tatsächliche Pendlerentwicklung mit den Veränderungen der theoretischen Mindestpendlerraten und -distanzen, so steigt parallel zur Zunahme der theoretischen Mindestpendlerrate auch die tatsächliche Pendlerrate (vgl. Tab. 8). Dabei liegt die tatsächliche Pendlerrate nicht nur deutlich höher als der theoretische Mindestanteil, sondern nimmt im Zeitverlauf auch deutlich stärker zu als diese. So liegt (mit Ausnahme der Region Rhein-Ruhr) das Verhältnis von realer Pendlerrate und theoretischer Mindestpendlerrate 1970 zwischen 1,6 (Hannover) und 1,9 (Nürnberg) und steigt bis 2007 auf 2,2 (Hannover) bis 2,9 (Stuttgart). In der Region Rhein-Ruhr liegen die Werte in allen Jahren deutlich höher und steigen von 2,8 auf 4,1.

Bei den Distanzen zeigt sich auch hier ein etwas anderes Bild. In fünf der acht Regionen nehmen die tatsächlichen Durchschnittsdistanzen der Pendler zu (zwei abnehmend, eine weitgehend konstant), obwohl die Mindestpendlerdistanzen durchgängig abgenommen haben (vgl. Tab. 9). Noch

Tab. 8 Entwicklung der Mindestpendlerraten und der tatsächlichen Pendlerraten im Zeitraum 1970–2007. (Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Volks- und Arbeitsstättenzählungen 1970 und 1987 sowie nach Daten der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit 1999 und 2007)

Agglomerationsraum	SminPI[a]				realPI[b]				realPI/SminPI			
	%				%							
	1970	1987	1999	2007	1970	1987	1999	2007	1970	1987	1999	2007
Bremen	9,6	15,8	17,1	18,3	16,3	30,2	40,3	43,7	1,70	1,92	2,35	2,38
Frankfurt (Rhein-Main)	17,3	23,6	24,1	24,9	28,6	46,4	58,0	61,6	1,65	1,97	2,40	2,48
Hamburg	9,3	15,4	16,4	16,9	16,1	30,0	38,2	40,2	1,72	1,95	2,33	2,38
Hannover	14,9	21,6	21,7	22,5	24,0	38,0	46,7	50,4	1,61	1,76	2,15	2,24
München	10,9	17,9	17,4	18,4	18,1	37,5	47,2	50,4	1,66	2,10	2,71	2,74
Nürnberg	11,7	20,4	20,5	22,4	22,2	39,4	50,1	53,5	1,90	1,93	2,45	2,39
Rhein-Ruhr	6,6	10,6	11,0	11,8	18,6	32,5	43,8	48,8	2,80	3,07	3,98	4,13
Stuttgart	14,5	19,7	19,6	20,8	26,7	44,8	56,3	60,9	1,84	2,28	2,87	2,93

[a] *SminPI* Strukturbedingter Mindestanteil der Pendelvorgänge (in % der Beschäftigungsverhältnisse)
[b] *realPI* Intensität des realen Pendelaufkommens (in % der Beschäftigungsverhältnisse)

Tab. 9 Entwicklung der Mindestpendlerdistanzen und der tatsächlichen Pendlerdistanzen im Zeitraum 1970–2007. (Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Volks- und Arbeitsstättenzählungen 1970 und 1987 sowie nach Daten der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit 1999 und 2007)

Agglomerationsraum	$SminP_{dist}$ [a]				$realP_{dist}$ [b]				$realP_{dist}/SminP_{dist}$			
	km				km							
	1970	1987	1999	2007	1970	1987	1999	2007	1970	1987	1999	2007
Bremen	18,8	16,2	15,0	14,4	22,2	20,9	20,7	20,7	1,18	1,29	1,38	1,44
Frankfurt (Rhein-Main)	19,8	14,6	13,5	13,6	22,8	19,0	19,6	20,6	1,15	1,31	1,45	1,51
Hamburg	20,4	19,4	18,7	19,4	23,0	22,9	23,5	24,9	1,12	1,18	1,25	1,28
Hannover	15,4	14,3	13,3	13,5	17,8	18,0	18,5	19,6	1,16	1,26	1,39	1,45
München	17,6	17,8	15,7	16,7	20,3	21,6	21,4	23,1	1,15	1,22	1,36	1,38
Nürnberg	14,9	13,9	12,4	12,7	17,8	17,6	17,5	18,0	1,20	1,26	1,41	1,42
Rhein-Ruhr	15,4	15,3	14,7	13,9	19,6	21,2	22,5	22,8	1,28	1,39	1,53	1,64
Stuttgart	11,8	11,2	10,2	10,2	14,0	14,7	15,2	15,9	1,18	1,31	1,49	1,57

[a] $SminP_{dist}$ Strukturbedingte Mindestpendeldistanz (in km/Pendelvorgang, einfache Entfernung im Netz)
[b] $realP_{dist}$ Tatsächliche mittlere Pendeldistanz (in km/Pendelvorgang, einfache Entfernung im Netz)

deutlicher wird die zunehmende Distanzintensität anhand des Verhältnisses von tatsächlichen Durchschnittsdistanzen und den strukturbedingten Mindestdistanzen. Dieser Quotient steigt in allen Regionen und allen Zeiträumen. Die tatsächlichen Standortentscheidungen zu Wohnen und Arbeiten erfolgen also über das strukturbedingt erzwungene Maß hinaus immer distanzintensiver.

Die Schere zwischen dem tatsächlichen Pendlerverhalten und den strukturell erzwungenen Pendelstrukturen öffnet sich also, das tatsächliche Pendeln entkoppelt sich zunehmend von seinem strukturell bedingten Mindestmaß. Dieses Resultat bestätigt vor allem die Hypothese des Excess Commuting. Gleichzeitig weisen die Analysen auf einen Zusammenhang zwischen den strukturellen Veränderungen und den Veränderungen des tatsächlichen Pendelns hin (vgl. Abb. 2).

Nach einer Trendextrapolation für die Pendlerrate auf Basis der acht Agglomerationsräume wäre die tatsächliche Pendlerrate von 1970 bis 2007 ohne siedlungsstrukturelle Veränderungen ($\Delta SminPI = 0$) um knapp 90 % gestiegen (Excess Commuting). Bei einer Zunahme der Mindestpendlerrate um 70 % (entspricht etwa der Veränderung im Durchschnitt aller Agglomerationsräume) läge die Zunahme bei knapp 150 % (Jobs-Housing Imbalance).

Ähnliches zeigt sich bei den zurückgelegten Distanzen. Ohne Veränderung der Siedlungsstruktur ($\Delta SminP_{dist} = 0$) hätte sich danach die durchschnittliche Distanz der gemeindeübergreifenden Pendler um etwa 20 % erhöht. Erst bei einer Abnahme der Mindestpendlerdistanz um gut 20 % wäre die tatsächliche Durchschnittsdistanz etwa konstant geblieben.

Im Sinne der formulierten Hypothesen sind die Befunde für alle Regionen und Zeiträume weitgehend gleich. Zunächst besteht in den Untersuchungsregionen ein deutlicher Zusammenhang zwischen den strukturellen Entwicklungen (räumliche Verteilung der Wohnstandorte und Arbeitsplätze) und der Zunahme der Pendlerverflechtungen. Die Verteilung von Wohnstandorten und Arbeitsplät-

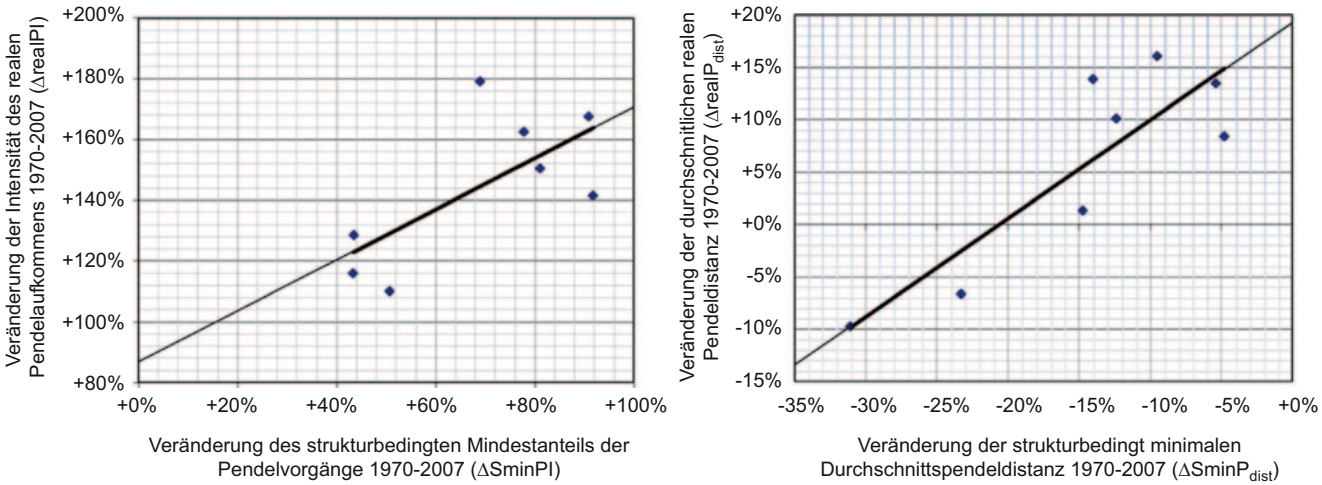

Abb. 2 Veränderungen der Mindestpendlerrate und der tatsächlichen Pendlerrate 1970–2007 (*links*) und Veränderungen der Mindestpendlerdistanz und der tatsächlichen Pendlerdistanz 1970–2007 (*rechts*). (Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Volks- und Arbeitsstättenzählungen 1970 und 1987 sowie nach Daten der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit 1999 und 2007)

zen erzwingt im Sinne der Hypothese der Jobs-Housing Imbalance eine Zunahme des regionalen Pendelns. Die Pendlerströme und -distanzen haben aber deutlich stärker zugenommen, als dies durch die „Umverteilung" von Bevölkerung und Arbeitsplätzen erzwungen worden wäre. Dies bestätigt zusätzlich die Excess Commuting Hypothese.

Die den Hypothesen des Excess Commuting und der Jobs-Housing Imbalance widersprechende Hypothese der Co-Location bestätigt sich für keinen der acht Agglomerationsräume. Auch die Abnahme der Mindestdistanzen der erzwungenen Pendler ist kein Hinweis auf eine strukturelle Co-Location, da die Zunahme der strukturbedingten Mindestpendlerrate und erst recht die Zunahme der tatsächlichen Pendlerentwicklung die potenziellen verkehrlichen Entlastungseffekte dieser Entwicklung deutlich überkompensiert.

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Nach Abschluss der Analysen lassen sich Schlüsse auf drei Ebenen ziehen: auf der Ebene der Methodik, der zusammenfassenden Interpretation und von Handlungshinweisen.

4.1 Methodische Ebene

Nach umfangreichen Datenaufbereitungen der Volks- und Arbeitsstättenzählungen 1970 und 1987 sowie der BA-Daten 1999 und 2007 steht ein Datengerüst des Berufspendelns in Westdeutschland über eine Zeitspanne von fast 40 Jahren zur Verfügung. Ergänzt werden diese durch eine rückblickende Aufbereitung der Verkehrsnetze. Mit den Daten lassen sich umfangreiche Analysen des Berufspendelns durchführen, die sich allerdings nur auf aggregierte Größen stützen können. Die in den vorliegenden Analysen verwendeten Daten können um weitere Strukturdaten ergänzt werden, sofern diese auf Gemeindeebene zur Verfügung stehen. Die Erfahrungen der Datenaufbereitung zeigen aber, dass zumindest über den langen Zeitraum Erhebungen kaum auf einheitlicher Grundlage durchgeführt wurden.

Daten für Analysen auf Individualebene stehen über einen ähnlichen Zeitraum für das Berufspendeln nicht zur Verfügung. Auch die seit 1976 durchgeführten Erhebungen der KONTIV (1976, 1982 und 1989) sowie der „Mobilität in Deutschland" (MiD) 2002 und 2008 erlauben aufgrund des Stichprobenumfangs und der nicht vorhandenen oder nicht zugänglichen Geokodierung keine adäquate Konstruktion von Pendlermatrizen.

Vor diesem Hintergrund stehen zur Beschreibung längerer Entwicklungen des Berufspendelns nur Aggregatdaten zur Verfügung. Eine rückblickende Rekonstruktion von Individualdaten erscheint über die Volks- und Arbeitsstättenzählung 1987 hinaus inzwischen ausgeschlossen. Entsprechend behalten Analysen von Aggregatdaten weiterhin ihre Berechtigung. Bezogen auf die Veränderungen der Berufspendelverflechtungen ermöglichen die vorliegenden aggregierten Daten eine Reihe von aufschlussreichen Analysen des Berufsverkehrs.

Hinsichtlich des Vergleichs von Regionen sei ergänzend betont, dass Pendlerraten und Pendlerdistanzen entscheidend von den Gemeindezuschnitten geprägt werden. Da sich Modalitäten des Gemeindezuschnitts zwischen den einzelnen Bundesländern teils deutlich unterscheiden, wurde hier auf einen Regionsvergleich verzichtet. Dieser würde erhebliche zusätzliche Anpassungen des Datenbestandes erfordern.

4.2 Zusammenfassende Interpretation

Anhand der Pendlerstatistiken 1970–2007 wurden für acht Agglomerationsräume der alten Bundesländer die Hypothesen der Jobs-Housing Imbalance (H1), des Excess Commuting (H2) und der Co-Location (H3) untersucht. Dabei wurde die Siedlungsstruktur gemeindescharf durch die Anzahl der Arbeitsplätze (Erwerbstätige am Arbeitsort) und der Anzahl der Erwerbstätigen am Wohnort beschrieben. Eine weitergehende Differenzierung der Daten war nicht möglich. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Eine raumstrukturelle Verursachung steigender Berufspendlerraten (SminPI) bei gleichzeitigem Rückgang der dabei mindestens zurückzulegenden Durchschnittsdistanzen ($SminP_{dist}$) ist deutlich erkennbar. Dabei dominieren die steigenden Berufspendelraten und stützen so die Hypothese der Jobs-Housing Imbalance. Für die Hypothese der Co-Location gibt es keine Belege, denn eine Bestätigung würde voraussetzen, dass das strukturell erzwungene Pendeln abnimmt, was aber nicht der Fall ist.

Gleichzeitig öffnet sich die Schere zwischen dem Pendelaufkommen und den Pendelnotwendigkeiten (realPI und SminPI) sowie zwischen den durchschnittlich realisierten und strukturell erzwungenen Distanzen des Pendelns ($realP_{dist}$ und $SminP_{dist}$). Dies bestätigt die Hypothese des Excess Commuting (H2). Diese Beobachtung einer sich im Zeitverlauf öffnenden Schere zwischen $realP_{dist}$ und $SminP_{dist}$ wurde auch in europäischen und nordamerikanischen Agglomerationen gemacht (vgl. z. B. Yang 2008; Boussauw/Derudder/Witlox 2011). Sie verstärkt die strukturbedingte Zunahme des Pendelns deutlich.

Die hier untersuchten Regionen zeigen größtenteils ähnliche Entwicklungsrichtungen, zum Teil ließen sich aber auch Diskrepanzen der Berufsverkehrsentwicklung feststellen. Die Validierung und spätere Erklärung der Unterschiede zwischen den Regionen erfordern eingehendere Untersuchungen, die im Rahmen dieser Forschungsarbeiten nicht möglich waren. Wie in Kap. 3.1 und 3.2 ausgeführt, werden interregionale Vergleiche zur Berufsverkehrsentwicklung allerdings durch die unterschiedlichen Gemeindegrößenstrukturen in den Bundesländern erschwert, was erhebliche Auswirkungen auf die Höhe der hier berechneten Indikatoren hat.

Im Hinblick auf diese Befunde ist festzuhalten, dass die mit der Beschäftigungssuburbanisierung teils verbundenen Hoffnungen einer verkehrssparsameren Siedlungsentwicklung im suburbanen Raum weder im Hinblick auf die strukturbedingten Pendlerverflechtungen noch im Hinblick auf die tatsächlichen Pendlerverflechtungen wirksam wurden. Eine Ursache dafür können funktional unausgewogene gemeindliche Entwicklungspfade oder auch Veränderungen der Arbeitsmärkte sein, von denen zentrale Orte und nichtzentralörtliche Gemeinden in unterschiedlichem Maße betroffen sind.

Zugleich verdeutlichen die Ergebnisse die Existenz eines erheblichen Optimierungspotenziales innerhalb der bestehenden Raumstruktur. So könnte eine distanzsparende Wohnstandort- und Arbeitsplatzwahl erhebliche Verkehrsentlastungen erbringen. Ob allerdings in Zukunft eine Annäherung von $realP_{dist}$ an $SminP_{dist}$ anzunehmen ist, bleibt spekulativ. Dafür spricht der erwartete Anstieg der Energiepreise und damit auch der Raumüberwindungskosten, auch wenn dieser nicht überschätzt werden sollte, da es seitens der Fahrzeugtechnik erhebliche Möglichkeiten gibt, den spezifischen Kraftstoffverbrauch weiter zu senken. Demgegenüber steht eine Reihe weiterhin wirksamer Faktoren, die eher gegen aufwandsminimierende Wohn- und Arbeitsplatz-Standortentscheidungen sprechen. Genannt sei nochmals vor allem das ansteigende berufliche Qualifikations- und Spezialisierungsniveau der Erwerbstätigen, das es immer schwieriger macht, einen passenden Arbeitsplatz in räumlicher Nähe zu finden (vgl. Haas/Hamann 2008; Lee/Gordon/Richardson et al. 2009). Auch weitere gesellschaftliche Veränderungen (spezifischere Anforderungen, zeitlich befristete Arbeitsverhältnisse, Doppelerwerbstätigkeit in Paar- und Familienhaushalten, angespannte Wohnungsmärkte in den Kernstädten, hohe Umzugskosten oder auch Gewöhnungseffekte bei gleichzeitig (noch) vergleichsweise geringen Raumwiderständen) gelten als wichtige Triebkräfte des Berufsverkehrswachstums und sprechen gegen eine Reduktion der Pendeldistanzen (vgl. auch Motzkus 2002). Zudem üben sicherlich auch qualitative Missverhältnisse zwischen dem örtlichen Angebot an Arbeitsplätzen und der Nachfrage nach Beschäftigung Einfluss auf das Berufsverkehrsgeschehen aus. Eine diesbezüglich genauere Auseinandersetzung würde die Verfügbarkeit von sektordifferenzierten Erwerbstätigen- und Arbeitsplatzdaten voraussetzen, die als Zeitreihe nicht verfügbar waren.

4.3 Handlungshinweise

Welche Schlussfolgerungen ergeben sich aus diesen Befunden für eine integrierte Raum- und Verkehrsplanung? Deutlich wird zunächst, dass die erheblichen raumstrukturellen Veränderungen der letzten rund 40 Jahre, hier abgebildet durch die gemeindescharfe Verteilung von Erwerbstätigen am Wohnort und am Arbeitsort, zur Zunahme des Berufspendelns beigetragen haben. Bezogen auf die nicht neue Forderung nach einer an Verkehrssparsamkeit orientierten Siedlungsentwicklung zeigt dies gleichzeitig, dass die Entwicklungen der letzten Jahrzehnte nicht einer immer wieder geforderten verkehrssparsamen Siedlungsentwicklung entsprechen. Etwas optimistisch betrachtet lässt sich jedoch ein Rückgang der entsprechenden Zuwachsraten erkennen.

Darüber hinaus weisen die Analysen darauf hin, dass die tatsächlichen Pendeldistanzen weit stärker zunehmen, als dies aus den raumstrukturellen Veränderungen zu erklären ist. Der Pendelverkehrszuwachs resultiert zu erheblichen Teilen also aus den Standortentscheidungen von Erwerbstätigen, die mit Blick auf die quantitative Verfügbarkeit von Arbeitsplätzen am Wohnort (oder auch Wohnungen am Arbeitsort) nicht als „Zwangspendler im engeren Sinn" anzusehen sind. Damit sollten Bemühungen um eine Steuerung der Verkehrsentwicklung im Berufsverkehr verstärkt bei der Frage ansetzen, wie die individuellen Entscheidungen innerhalb dieser Strukturen getroffen werden und wie sich diese gegebenenfalls verkehrssparsam beeinflussen lassen. Dies erfordert selbstverständlich Untersuchungen auf Individualebene.

Unabhängig davon erscheinen Strategien einer verkehrsvermeidenden Siedlungsentwicklung weiterhin von Belang, da sie immer den Rahmen bilden, in dem sich ein mehr oder weniger verkehrsaufwendiges Verhalten konstituiert. Als bauliche Basis einer verkehrssparsameren Entwicklung bleiben Konzepte der Nutzungsmischung und der kompakten Stadt weiterhin relevant. Die Schaffung präferenzgerechten Wohnraums in den Arbeitsmarktzentren schafft Angebote für Berufstätige, den Wohn- und Arbeitsstandort enger miteinander zu koppeln. Insbesondere der in den vergangenen Jahren schwache Geschosswohnungsbau in den Kernstädten erscheint vor diesem Hintergrund kritisch. Noch wesentlicher aber ist die Entwicklung der allgemeinen Verkehrskosten: Bei dauerhaft geringen Verkehrskosten treffen sowohl die Akteure, die die baulichen Nutzungsstrukturen prägen, als auch die potenziellen (Nicht-)Pendler verkehrsaufwendigere strukturelle und individuelle (Standort-)Entscheidungen. Absolut kontraproduktiv erscheinen vor diesem Hintergrund politische Forderungen nach einer Erhöhung der Pendlerpauschale als Reaktion auf erhöhte Energiepreise.

Gleichzeitig sollte man nicht die Augen davor verschließen, dass wesentliche Trends der gesellschaftlichen Entwicklung – wie oben erwähnt – wohl auch weiterhin zu zunehmenden Verkehrserfordernissen führen werden. Eine im Sinne der Verkehrssparsamkeit erfolgreiche Planung wird dieser Entwicklung bestenfalls einen etwas verkehrssparsameren Pfad eröffnen, ihn aber kaum umkehren können. Daher erscheint es uns eben auch wichtig, die Hoffnung auf eine verkehrssparsame Entwicklung aus der Hand der Raumplanung zu dämpfen. Eine integrierte Raum- und Verkehrsplanung und -politik mit dem Ziel einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung umfasst alle Ansätze – von der Fahrzeug- und Verkehrstechnik bis zur Raumstruktur, von der Information bis zur Pendlerpauschale.

Abschließend sei angemerkt, dass die in diesem Beitrag vorgestellten Ergebnisse individuelle Verkehrsverhaltensmuster nur in Form räumlicher Aggregatzustände abbilden können. Aus den aufgezeigten Entwicklungen des Pendelverkehrs in Großstadtregionen kann nicht oder nur indirekt auf die Motive, die Potenziale und Handlungsrestriktionen von individuellen Verkehrsteilnehmern geschlossen werden. Die Kluft zwischen einer mit Aggregatdaten vorgenommenen Analyse des Berufspendelverkehrs und Mikroanalysen des Verkehrshandelns von Personen und Haushalten erscheint in der Raum- und Verkehrsforschung nach wie vor groß. Zukünftige Forschungsarbeiten sollten daher Makro- und Mikroanalysen verstärkt miteinander kombinieren. Die immer bessere Verfügbarkeit geokodierter Mikrodaten zum Mobilitätsverhalten bieten diesbezüglich gute Ansatzpunkte.

Danksagung Dieser Beitrag wurde gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Projektes „Räumliche Erreichbarkeiten und die Dynamik der Pendlerverflechtungen in Deutschland und der Schweiz 1970–2005" (Förderkennzeichen: HO 3262/3-1 und HO 3262/3-2). Gedankt sei auch der Dr. Joachim und Hanna Schmidt Stiftung für Umwelt und Verkehr für ihre Unterstützung durch ein Promotionsstipendium. Schließlich möchten wir Herrn Professor Markus Friedrich, Universität Stuttgart, für die fachliche Unterstützung bei der Errechnung des minimalen Pendelaufwands unseren Dank aussprechen.

Literatur

Aguiléra, A.; Mignot, D. (2004): Urban sprawl, polycentrism and commuting. A comparison of seven French urban areas. In: Urban Public Economics Review 1, 93–114.

Albers, K.; Bahrenberg, G. (1999): Siedlungsstruktur und Verkehr in der Stadtregion. Eine Analyse der Entwicklung 1970–1987 am Beispiel des Berufsverkehrs in der Region Bremen. Bremen.=ZWE Arbeit und Region, Arbeitspapiere, Nr. 37.

Boussauw, K.; Derudder, B.; Witlox, F. (2011): Measuring Spatial Separation Processes through the Minimum Commute: the Case of Flanders. In: European Journal of Transport and Infrastructure Research 11, 1, 42–60.

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). (2005): Raumordnungsbericht 2005. Bonn.=Berichte, Bd. 21.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. (Hrsg.) (2011): Verkehr in Zahlen 2011/2012. Hamburg.

Cervero, R. (1996): Jobs-Housing Balance Revisited: Trends and Impacts in the San Francisco Bay Area. In: Journal of the American Planning Association 62, 4, 492–511.

Charron, M. (2007): From excess commuting to commuting possibilities: more extension to the concept of excess commuting. In: Environment and Planning A 39, 5, 1238–1254.

Crane, R.; Chatman, D. G. (2004): Traffic and sprawl: Evidence from US commuting, 1985 to 1997. In: Richardson, H. W.; Bae, C.-H. C (Hrsg.): Urban sprawl in Western Europe and the United States. Aldershot, 311–325.

Dubin, R. (1991): Commuting Patterns and Firm Decentralization. In: Land Economics 67, 1, 15–29.

Einig, K.; Pütz, T. (2007): Regionale Dynamik der Pendlergesellschaft. Entwicklung von Verflechtungsmustern und Pendeldistanzen. In: Informationen zur Raumentwicklung 2/3, 73–91.

Frost, M.; Linneker, B.; Spence, N. (1998): Excess or wasteful commuting in a selection of British cities. In: Transportation Research A 32, 7, 529–538.

Giuliano, G. (1991): Is Jobs-Housing Balance a Transportation Issue? In: Transportation Research Record 1305, 305–312.

Giuliano, G.; Small, K. A. (1993): Is the Journey to Work Explained by Urban Structure? In: Urban Studies 30, 9, 1485–1500.

Gordon, P.; Kumar, A.; Richardson, H. W. (1989): Congestion, Changing Metropolitan Structure, and City Size in the United States. In: International Regional Science Review 12, 1, 45–56.

Gordon, P.; Richardson, H. W. (1997): Are Compact Cities a Desirable Planning Goal? In: Journal of the American Planning Association 63, 1, 95–106.

Guth, D.; Holz-Rau, C.; Maciolek, M.; Scheiner, J. (2010): Beschäftigungssuburbanisierung, Siedlungsstruktur und Berufspendelverkehr: Ergebnisse für deutsche Agglomerationsräume 1999–2007. In: Raumforschung und Raumordnung 68, 4, 283–295.

Guth, D.; Scheer, J. (2010): Kommunale Gebietsreformen und Vergleichbarkeit von Gemeindestrukturdaten. Schlüssellisten zur Anpassung raumbezogener Daten auf Gemeindeebene. Dortmund.=Arbeitspapiere des Fachgebiets Verkehrswesen und Verkehrsplanung der Technischen Universität Dortmund, Nr. 20.

Haas, A.; Hamann, S. (2008): Pendeln – ein zunehmender Trend, vor allem bei Hochqualifizierten. Nürnberg.=IAB Kurzbericht 6/2008.

Hamilton, B. W. (1982): Wasteful Commuting. In: Journal of Political Economy 90, 5, 1035–1053.

Herrmann, H.; Schulz, A.-C. (2005): Räumliches Muster der Berufspendlerverflechtung im Raum Schleswig-Holstein/Hamburg. Kiel.=Beiträge aus dem Institut für Regionalforschung der Universität Kiel, Nr. 40.

Hesse, M. (2001): Mobilität und Verkehr im suburbanen Kontext. In: Brake, K.; Dangschat, J.; Herfert, G (Hrsg.): Suburbanisierung in Deutschland. Aktuelle Tendenzen. Opladen, 97–108.

Horner, M. W. (2002): Extensions to the concept of excess commuting. In: Environment and Planning A 34, 3, 543–566.

Killer, V.; Guth, D.; Holz-Rau, C.; Axhausen, K. W. (2010): Modellierung historischer Reisezeiten im motorisierten Individualverkehr in Deutschland. Dortmund.=Arbeitspapiere des Fachgebiets Verkehrswesen und Verkehrsplanung der Technischen Universität Dortmund, Nr. 19.

Lee, B.; Gordon, P.; Richardson, H. W.; Moore II., J. E. (2009): Commuting Trends in U.S. Cities in the 1990s. In: Journal of Planning Education and Research 29, 1, 78–89.

Levinson, D. (2007): The rational locator reexamined: Are travel times still stable? In: Informationen zur Raumentwicklung 2/3, 169–178.

Levinson, D.; Kumar, A. (1994): The rational locator. Why travel times have remained stable. In: Journal of the American Planning Association 60, 3, 319–331.

Link, C. (2009): Abschätzung geringbesetzter Pendlerströme auf Basis des Gravitationsmodells. Dortmund. Diplomarbeit an der Fakultät Raumplanung, Technische Universität Dortmund.

Link, C.; Guth, D. (2010): Erschließung gemeindescharfer Pendlerzahlen der Volkszählung 1970 und 1987. Hinweise zu Verfügbarkeit und Aufbereitungsmöglichkeiten. Dortmund.=Arbeitspapiere des Fachgebiets Verkehrswesen und Verkehrsplanung der Technischen Universität Dortmund, Nr. 17.

Ma, K.-R.; Banister, D. (2006): Excess Commuting: A Critical Review. In: Transport Reviews 26, 6, 749–767.

Motzkus, A. H. (2002): Dezentrale Konzentration – Leitbild für eine Region der kurzen Wege? Auf der Suche nach einer verkehrssparsamen Siedlungsstruktur als Beitrag für eine nachhaltige Gestaltung des Mobilitätsgeschehens in der Metropolregion Rhein-Main. Sankt Augustin.=Bonner Geographische Abhandlungen, Bd. 107.

Ott, E.; Gerlinger, T. (1992): Die Pendlergesellschaft. Zur Problematik der fortschreitenden Trennung von Wohn- und Arbeitsort. Köln.

Siedentop, S. (2007): Auswirkungen der Beschäftigungssuburbanisierung auf den Berufsverkehr. Führt die Suburbanisierung der Arbeitsplätze zu weniger Verkehr? In: Informationen zur Raumentwicklung 2/3, 105–124.

Siedentop, S.; Kausch, S.; Einig, K.; Gössel, J. (2003): Siedlungsstrukturelle Veränderungen im Umland der Agglomerationsräume. Bonn.=Forschungen, Nr. 114 (herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und dem Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung).

Statistisches Bundesamt. (2007): Bevölkerung und Erwerbstätigkeit. Struktur der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. Wiesbaden.=Fachserie 1, Reihe 4.2.1.

Statistisches Bundesamt. (2009): Pendler: die Mehrheit nimmt weiter das Auto. STATMagazin. Wiesbaden.

Wachs, M.; Taylor, B. D.; Levine, N.; Ong, P. (1993): The Changing Commute: A Case-study of the Jobs-Housing Relationship over Time. In: Urban Studies 30, 10, 1711–1729.

White, M. J. (1988): Urban Commuting Journeys Are Not “Wasteful”. In: Journal of Political Economy 96, 5, 1097–1110.

Yang, J. (2008): Policy Implications of Excess Commuting: Examining the Impacts of Changes in US Metropolitan Spatial Structure. In: Urban Studies 45, 2, 391–405.