

Ist die „Autoabhängigkeit“ von Bewohnern städtischer und ländlicher Siedlungsgebiete messbar?

Entwicklung und Anwendung eines Indikatorenkonzepts in der Region Stuttgart

Stefan Siedentop · Sebastian Roos · Stefan Fina

Eingegangen: 21. November 2012 / Angenommen: 6. Juni 2013 / Online publiziert: 5. Juli 2013
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Zusammenfassung Unter Raum- und Verkehrswissenschaftlern besteht Einigkeit dahingehend, dass städtische und ländliche Siedlungsgebiete im Zeitverlauf autoabhängiger und damit auch energieintensiver geworden sind. In diesem Beitrag wird „Autoabhängigkeit“ als ein objektives Angewiesensein auf die Verfügbarkeit eines privaten Pkw infolge des Fehlens von Mobilitätsalternativen verstanden. Vorgestellt wird ein methodischer Ansatz für eine standortdifferenzierte Bewertung der Siedlungsstruktur bezüglich ihres Grades der Autoabhängigkeit. Dies basiert auf einem Indikatorenkonzept, welches auf die Verfügbarkeit und Qualität des öffentlichen Personennahverkehrs sowie auf die Erreichbarkeit mit nicht-motorisierten Verkehrsmitteln abstellt. Der für die Region Stuttgart modellhaft erprobte Ansatz ermöglicht eine wahlweise absolute oder relative Bewertung der Autoabhängigkeit in beliebigen räumlichen Bezugssystemen. Es kann aufgezeigt werden, dass auch in einer durch den öffentlichen Verkehr überdurchschnittlich gut erschlossenen Region wie Stuttgart Siedlungsgebiete existieren, in denen eine hohe strukturelle Autoabhängigkeit angenommen werden muss.

Schlüsselwörter Autoabhängigkeit · Siedlungsstruktur · Verkehr · Mobilität · Raumplanung

Prof. Dr. S. Siedentop (✉) · S. Fina
Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung (ILS),
Brüderweg 22–24, 44135 Dortmund, Deutschland
E-Mail: stefan.siedentop@ils-forschung.de

S. Fina
E-Mail: stefan.fina@ireus.uni-stuttgart.de

S. Roos
Solitudestr. 237, 70499 Stuttgart, Deutschland
E-Mail: SebastianRoos@gmx.net

Is the Car Dependency of Urban and Rural Residents a Measurable Phenomenon?

Development of an Indicator-based Measurement Approach for the Stuttgart Region, Germany

Abstract There is much agreement among spatial and transport planners that urban and rural areas have increasingly become dependent on motorized transport over time, and have therefore also become more energy intensive. This paper understands “automobile dependence” as a form of structural dependence on the availability of the private motor car which results from a lack of alternative mobility options. It introduces a methodological approach for a location sensitive assessment of settlement structures with regards to their degree of automobile dependence. The methodology is based on an indicator concept that analyses the availability and quality of public transport and the accessibility of critical facilities with non-motorized transport options. The study approach is implemented in the Stuttgart region and allows for an absolute or relative assessment of car dependency in various spatial units. The results provide evidence for the existence of urban areas with a significant structural automobile dependence in Stuttgart, even in a region where public transport is generally highly developed.

Keywords Car dependency · Urban spatial structure · Transportation · Mobility · Spatial planning

1 Einleitung

Unter Raum- und Verkehrswissenschaftlern besteht Einigkeit dahingehend, dass städtische und ländliche Siedlungs-

gebiete im Laufe der letzten Jahrzehnte autoabhängiger und damit auch energieintensiver geworden sind (Newman 1996; Verron/Huckestein/Penn-Bressel et al. 2005; Gutsche/Bohnet/Menze 2006; Dodson/Sipe 2007; Motte-Baumvol/Massot/Byrd 2010; ARL 2011; OECD 2012). Die Möglichkeiten automobiler Raumüberwindung begünstigen die Wahl peripherer Siedlungsstandorte, was die strukturelle Abhängigkeit von motorisierten Verkehrsmitteln, insbesondere dem privaten Pkw, verfestigt. In zahlreichen Studien konnte gezeigt werden, dass die Herausbildung einer dekonzentrierten, gering verdichteten und dispersen Siedlungsstruktur mit einer erhöhten Motorisierung, einer Zunahme der im Verkehr zurückgelegten Entfernungen und einer steigenden Pkw-Fahrleistung einhergeht (Geier/Holz-Rau/Krafft-Neuhäuser 2001; Naess 2007; Taniguchi/Matsunaka/Nakamichi 2008; BMVBS/BBSR 2009; Cervero/Murakami 2010; Scheiner/Holz-Rau 2013; vgl. auch Infas/DLR 2008). Die hohe Motorisierung in suburbanen und ländlichen Gebieten verringert wiederum die Entfernungsempfindlichkeit von privaten Haushalten, Raumplanern und Investoren, wodurch die Akzeptanz peripherer Standorte weiter wächst (Raad 1998; Gutsche/Bohnet/Menze 2006; Motte-Baumvol/Massot/Byrd 2010). Die Erreichbarkeit mit nicht-motorisierten Verkehrsmitteln, hier verstanden als Möglichkeit, Zielorte ohne ein motorisiertes Verkehrsmittel zu erreichen, ist in den vergangenen Jahren stark zurückgegangen (Handy 2002; zum Begriff der Erreichbarkeit vgl. auch Infas/DLR 2008:127). Deutlich wird damit auch ein Paradoxon: Das Auto, welches ein höheres Maß an individueller Handlungsfreiheit ermöglicht, erzeugt – vermittelt über das Standortwahlverhalten – auch eine echte oder gefühlte Abhängigkeit von dessen Verfügbarkeit und Gebrauch.

Der oben skizzierte Regelkreislauf von peripherer Standortwahl, struktureller Autoabhängigkeit, abnehmender Entfernungssensitivität und Gewöhnungseffekten ist für die in der Vergangenheit stetig gestiegene motorisierte Verkehrsleistung und die anhaltend hohen CO₂-Emissionen des Verkehrs in westlichen Industriestaaten wesentlich mitverantwortlich. Vor diesem Hintergrund gilt die Verringerung der Autoabhängigkeit als ein bedeutendes Ziel der internationalen Raumentwicklungs-, Verkehrs- und Umweltpolitik (ARL 2011; OECD 2012). Argumentiert wird dabei vor allem mit den negativen ökologischen Externalitäten des motorisierten Massenverkehrs, mit den Kostenfolgen kontinuierlich steigender Ausbaubedarfe der regionalen und überregionalen Straßennetze oder auch mit gesundheitlichen Folgen einer autodominierten Mobilitätskultur (Mc Cann/Ewing 2003; Hinde/Dixon 2005). Neue Arbeiten verweisen zudem auf die möglichen Folgen steigender Energiepreise und der Alterung der Bevölkerung in einer hochgradig autoabhängigen Gesellschaft (Oeltze/Bracher/Dreger et al. 2006; Dodson/Sipe 2007; BMVBS/BBSR 2009; OECD 2012). Demnach ist zu fragen, in welchem Maße suburbane und

ländliche Räume „gebrauchsfähig“ bleiben, wenn motorisierte Mobilität für Teile der Bevölkerung unerschwinglich wird. Es besteht die Gefahr sozialer Exklusion, wenn Haushalte ihre Mobilität einschränken, um Verkehrskosten zu begrenzen (Motte-Baumvol/Massot/Byrd 2010; BMVBS 2012). Eine Studie der OECD verweist darüber hinaus auf eine Bedrohung der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit von Regionen mit stark autoabhängiger Siedlungsstruktur (OECD 2012). Verstärkt würden derartige Entwicklungen noch durch die Alterung der Bevölkerung in westlichen Industriegesellschaften.

Über die Herausbildung autoabhängiger Siedlungsstrukturen und ihren verschiedenartigen Wirkungen besteht somit weitestgehend Einigkeit. Was aber genau unter Autoabhängigkeit zu verstehen ist und ob bzw. wie diese quantitativ ermittelt werden kann, ist hingegen weitgehend unklar. Bis heute gibt es nur wenige Arbeiten, die sich mit dem Phänomen Autoabhängigkeit empirisch auseinandergesetzt haben (Kenworthy/Laube 1996; Raad 1998; Gray/Farrington/Shaw et al. 2001; Brög 2003; Dodson/Sipe 2007; Motte-Baumvol/Massot/Byrd 2010). Daher haben Bewertungen eines Raumes in Bezug auf dessen Autoabhängigkeit und die Ableitung von Handlungserfordernissen für die Raum- und Verkehrsplanung bislang eher intuitiven Charakter.

Vor diesem Hintergrund stellt dieser Beitrag ein methodisches Werkzeug für eine indikatorenbasierte Bewertung der Autoabhängigkeit in städtischen und ländlichen Siedlungsräumen vor, aufbauend auf einer Auswertung des internationalen Verständnisses des Begriffs. Der Ansatz beruht auf einer am Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung der Universität Stuttgart betreuten Diplomarbeit (Roos 2011). Ziel dieser Arbeit war es, einen methodischen Ansatz zu entwickeln und diesen anhand einer Beispielregion – der Region Stuttgart – einem ersten Praxistest zu unterziehen. Im Folgenden wird zunächst das Verständnis von Autoabhängigkeit diskutiert (Kap. 2), bevor Kap. 3 den methodischen Ansatz darstellt. Kap. 4 präsentiert die Ergebnisse der Anwendung des Indikatorenkonzepts für die Region Stuttgart, gefolgt von einer Zusammenfassung und einem Ausblick (Kap. 5).

2 Das Verständnis von „Autoabhängigkeit“

Der Begriff der „Autoabhängigkeit“ wird in der raum- und verkehrswissenschaftlichen Literatur häufig verwendet, aber selten explizit definiert. Autoabhängigkeit wird meist gleichgesetzt mit einer autodominanten Mobilitätskultur und/oder Verkehrswirtschaft, welche durch hohe Motorisierungsraten und motorisierte Verkehrsleistungswerte sowie massive Investitionen in den Ausbau des Straßennetzes gekennzeichnet ist (Newman 1996; Handy 2002; Victoria Transport Policy Institute 2010). Es fehlt jedoch ein

anerkanntes Verständnis des Begriffs (Lucas/Jones 2009: 115).

Unklar bleibt vor allem, inwieweit Autoabhängigkeit als eine objektive Restriktion in der Nutzbarkeit von alternativen Verkehrsmitteln (Fuß- und Radverkehr, öffentlicher Verkehr) zu verstehen ist, sowohl im Sinne eines gänzlichen Fehlens von Angeboten als auch aufgrund von gravierenden Nachteilen bei deren Nutzung im Vergleich zum Einsatz des privaten Pkw (z. B. Zeitverluste). Diese Form einer strukturellen Abhängigkeit vom Auto wird im internationalen Sprachgebrauch meist als „Car Dependence“ bezeichnet. Autoabhängigkeit kann demgegenüber aber auch Ausdruck von habituellem oder statusorientiertem Verhalten sein und sich in einem autoorientierten Lebensstil äußern. So zeigen Ergebnisse aus repräsentativen Verkehrsbefragungen beispielsweise, dass die Verkehrsmittelwahl von Personen mit Pkw-Verfügbarkeit deutlich gegenüber nicht-motorisierten Personen abweicht (vgl. z. B. Ahrens/Ließke/Wittwer et al. 2008, Tab. 18.2). Mehr noch, bei der Bewertung der Erreichbarkeit spielt die individuelle Verkehrsmittelverfügbarkeit und -wahl eine entscheidende Rolle. Daten aus „Mobilität in Deutschland“ belegen, dass Personen, die den Pkw täglich nutzen, die Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen mit dem öffentlichen Personennahverkehr signifikant schlechter einschätzen als Personen, die das Auto selten nutzen. Vermutet werden kann somit, dass der Besitz eines Pkw Verkehrsmittelwahlentscheidungen verfestigt und mit einer Ausblendung oder verzerrten Wahrnehmung von alternativen Verkehrsmitteln einhergehen kann (Infas/DLR 2008: 129). Ein solches eher subjektives Abhängigkeitsempfinden ungeachtet der Existenz von alternativen Verkehrsmitteln wird in der englischsprachigen Fachliteratur häufig als „Car Reliance“ bezeichnet (Gray/Farrington/Shaw et al. 2001: 116).

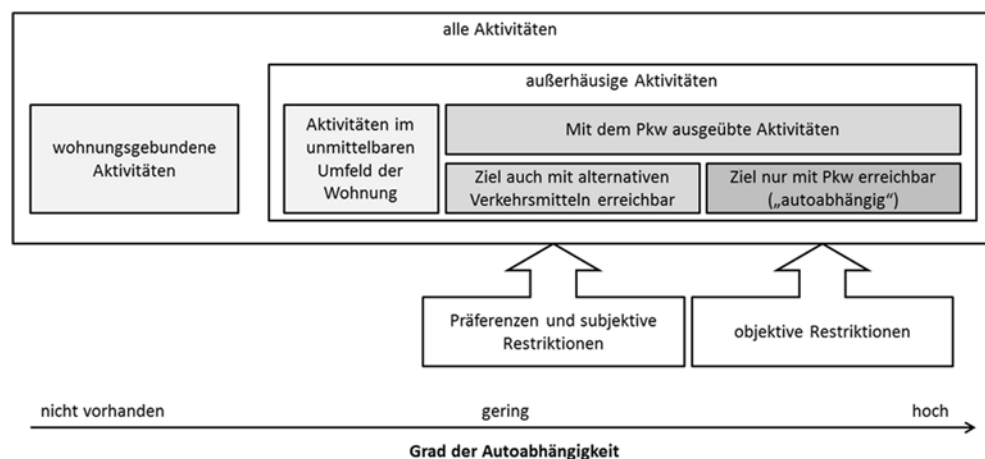
Zwischen diesen beiden Polen können abgestufte Abhängigkeitstatbestände vermutet werden. So verweisen Lucas und Jones auf situative Autoabhängigkeiten, beispielsweise beim Transport schwerer Güter oder komplexen Wegeket-

ten sowie auf Sicherheits- und Bequemlichkeitsansprüche, die ein subjektives Abhängigkeitsgefühl erzeugen können (Lucas/Jones 2009: 115 f.). „In many cases it is not the car itself that people are dependent on, but rather what it delivers for them in the context of time constrained, dispersed and highly security conscious lifestyles“ (Lucas/Jones 2009: 122).

„Autoabhängigkeit“ muss somit in den Kontext von komplexen Prozessen der individuellen Verkehrsmittelwahl gestellt werden. Verkehrsmittelwahlentscheidungen werden durch Grundbedürfnisse ausgelöst und durch verschiedene interne und externe Faktoren beeinflusst. Relevant sind zunächst Überzeugungen und Einstellungen, soziale Faktoren wie Rollenverständnisse oder soziale Normen, Einkommensverhältnisse und Informationen über Mobilitäts Optionen (Lucas/Jones 2009). Zu den externen Faktoren, die die Verkehrsmittelwahl beeinflussen, zählen auch standortdifferenzierte Mobilitäts Optionen, aus denen eine Person wählen kann. Diese werden wiederum durch verschiedene Umweltmerkmale bestimmt. Als relevant gilt beispielsweise die räumliche Nähe zu Versorgungseinrichtungen (Gray/Farrington/Shaw et al. 2001; BMVBS 2011), wodurch die Möglichkeiten nicht-motorisierter Einkaufsmobilität wesentlich vorgegeben werden. Auch die Entfernung zu den Zugangspunkten des öffentlichen Personenverkehrs muss als bedeutender Faktor zur Erklärung der Nutzungshäufigkeit des öffentlichen Verkehrs gesehen werden (Transportation Research Board 1996: 21 f.; Kolko 2011: 14 ff.).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Autoabhängigkeit als ein nur bedingt objektivierbares Phänomen verstanden werden muss, welches durch mehr oder minder objektiv feststellbare Umweltmerkmale wie auch durch eine Vielzahl subjektiver Faktoren bedingt ist. Es erscheint nur eingeschränkt möglich, exakt zu bestimmen, ab wann die Nutzung des Pkw als durch externe Faktoren erzwungen angesehen werden kann (vgl. Abb. 1). Schätzungen für britische Städte gehen von Wegeanteilen zwischen gut 40 und 60 % aus, bei denen die Nutzung des Pkw erzwungen ist.

Abb. 1 Formen von Autoabhängigkeit bei Ausübung verschiedener Aktivität. (Quelle: Verändert nach Lucas/Jones 2009: 120)



Dabei wurde der Fuß- und Radverkehr als Alternative angesehen, wenn das Ziel nicht weiter als zwei bzw. sechs Kilometer vom Quellort entfernt ist und wenn die Fahrtzeit im öffentlichen Verkehr nicht mehr als das Doppelte der Pkw-Fahrtzeit beträgt (Lucas/Jones 2009: 121). Für deutsche Agglomerationsräume gehen Schätzungen von Anteilen erzwungener Pkw-Fahrten an allen Wegen von etwa 40 bis 45 % aus (Brög 2003: 67).

Basierend auf diesen Ausgangsüberlegungen kann die empirische Abbildung von Autoabhängigkeit zwei Ansätze verfolgen. Erstens kann Autoabhängigkeit mit der Verfügbarkeit und der Nutzung des Pkw ermittelt werden. Indikatoren können die Motorisierungsrate oder die Fahrleistung im motorisierten Individualverkehr (MIV) der ortsansässigen Bevölkerung sein. Standortliche Autoabhängigkeit drückt sich nach diesem Verständnis in einer überdurchschnittlichen Motorisierung und/oder Fahrleistung aus (vgl. z. B. Dodson/Sipe 2007; Victoria Transport Policy Institute 2010; vgl. auch Tab. 1). Dabei ist eine Unterscheidung nach objektiver oder subjektiver Autoabhängigkeit aber nicht möglich. Hohe Motorisierungsraten können beispielsweise durch einen Mangel an nicht-motorisierter Erreichbarkeit erklärt werden oder schlichtweg Ausdruck hoher Einkommen sein (vgl. z. B. Infas/DLR 2008: 52).

Vielversprechender sind daher, zweitens, Ansätze, die objektive Restriktionen der Nutzung alternativer Verkehrsmittel standortdifferenziert ermitteln. Autoabhängigkeit wird damit erreichbarkeitsbezogen operationalisiert. Denkbare Indikatoren sind beispielsweise die Entfernung zur nächsten Haltestelle des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) oder Fahrzeitvergleiche zwischen öffentlichem und motorisiertem Individualverkehr. Autoabhängigkeit drückt sich danach in einem Fehlen von fußläufig erreichbaren Gelegenheiten, fehlenden Angeboten des öffentlichen Verkehrs und/oder übermäßigen Komforteinbußen bei der Nutzung des öffentlichen Verkehrs aus. So definieren Motte-Baumvol/Massot/Byrd (2010: 607) in einer Studie für die Region Paris Gemeinden als autoabhängig, wenn diese nicht über Einkaufsmöglichkeiten und Dienstleistungsan-

gebote (wie Schulen oder Gesundheitseinrichtungen) verfügen. Die Autoren konnten nachweisen, dass derartige Gemeinden tatsächlich weit überdurchschnittliche Motorisierung und Pkw-Fahrleistungen aufweisen. Eine Studie des BMVBS (2012: 43) kommt basierend auf Daten aus „Mobilität in Deutschland“ (Infas/DLR 2008) zu dem Ergebnis, das bundesweit nur etwa 3 % der Bevölkerung Einrichtungen des täglichen Bedarfs „nicht gut“ erreichen können. In kleinen Gemeinden seien Erreichbarkeitsprobleme und mit ihnen verbundene Risiken sozialer Exklusion aber deutlich stärker ausgeprägt. Dies gelte insbesondere für Personen ohne eigenen Pkw-Besitz sowie für Personen mit geringem Einkommen, geringer Bildung oder hohem bzw. jugendlichem Alter (BMVBS 2012: 43).

Der nachfolgend näher erläuterte methodische Ansatz basiert auf dem zuletzt genannten Verständnis und zielt auf eine Quantifizierung von Restriktionen in der Nutzung nicht-motorisierter Verkehrsmittel und des ÖPNV ab. Daten zur realen Pkw-Fahrleistung sowie zur Motorisierung liegen ebenfalls vor. Wie oben ausgeführt erlauben solche Informationen aber keinen unmittelbaren Rückschluss auf „strukturelle“ Autoabhängigkeitsverhältnisse infolge der Abwesenheit von Alternativen zur Autonutzung.

3 Methodischer Ansatz

3.1 Indikatorenkonzept

Das Hauptziel der hier vorgestellten Studie lag in der Entwicklung eines Indikatorensystems, mit welchem die Autoabhängigkeit standortdifferenziert bewertet werden kann. Ausgangspunkt war dabei die Frage, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um auf die Nutzung eines eigenen Pkw zu verzichten oder diesen weniger intensiv nutzen zu können. Um dies zu beantworten, sollten die standortspezifischen Alternativen zum Auto – der ÖPNV und der nicht-motorisierte Verkehr – untersucht und bewertet werden. Das Indikatorensystem gliedert sich in zwei Bereiche: Mit einem ersten Indikatorenset („ÖV-Indikatoren“) wird die standörtliche Qualität des öffentlichen Verkehrsangebotes beschrieben, während eine zweite Gruppe von Indikatoren („NMIV-Indikatoren“) die Erreichbarkeiten verschiedener Ziele zu Fuß oder mit dem Fahrrad darstellt. Im Folgenden werden beide Indikatorengruppen näher vorgestellt.

Die ÖV-Indikatoren sollen die grundsätzliche Nutzungsfähigkeit des ÖPNV sowie dessen Qualität abbilden. Folgende fünf Indikatoren wurden ausgewählt:

- **ÖV-Zugangsweite:** durchschnittliche Entfernung eines Wohnortes zur nächstgelegenen Haltestelle als Anknüpfungspunkt an den öffentlichen Verkehr (in Metern),

Tab. 1 Schwellenwerte für die Abgrenzung autoabhängiger Räume. (Quelle: Vereinfachte Darstellung nach Victoria Transport Policy Institute (2010), eigene Übersetzung)

Indikator	Beschreibung	Autoabhängigkeit		
		Gering	Moderat	Stark
Motorisierung	Pkw je 1.000 Einwohner	<250	250–450	>450
Pkw-Fahrleistung	Jährliche Pkw-Fahrleistung (km)	<6.500	6.500–13.000	>13.000
Pkw-Fahrten	Anteil der Pkw-Fahrten an allen Wegen (%)	<50	50–80	>80

- *ÖV-Bedienungshäufigkeit*: durchschnittliche Anzahl der täglich angebotenen Fahrten im öffentlichen Verkehr,
- *ÖV-Bedienungszeitraum*: durchschnittliche Zeitspanne zwischen der ersten und der letzten Fahrt eines Tages,
- *Reisezeitverhältnis ÖV zu MIV*: durchschnittlicher Quotient von Reisezeit mit dem öffentlichen Verkehr und Reisezeit mit dem motorisierten Individualverkehr auf einer bestimmten Relation,
- *Netzbildungsfähigkeit des ÖV*: durchschnittlicher Anteil der umliegenden Gemeinden, die umsteigefrei mit dem öffentlichen Verkehr erreichbar sind; je höher der Anteil dieser Direktverbindungen ist, desto besser ist die Vernetzung und desto niedriger die Abhängigkeit vom Auto.

Bei den NMIV-Indikatoren wurde auf die Erreichbarkeit bestimmter Destinationen über deren Entfernung vom Ausgangspunkt abgestellt. Relevant erscheinen hier vor allem Einrichtungen der Daseinsvorsorge, die häufiger aufgesucht werden. Ausgewählt wurden folgende vier Indikatoren:

- *NMIV Einkaufsmöglichkeiten*: durchschnittliche Distanz zum nächstgelegenen Standort des Lebensmitteleinzelhandels (in Metern),
- *NMIV Hausärzte*: durchschnittliche Distanz zur nächstgelegenen Praxis eines Hausarztes (in Metern),
- *NMIV Apotheken*: durchschnittliche Distanz zur nächstgelegenen Apotheke (in Metern),
- *NMIV Grundschulen*: durchschnittliche Distanz zur nächstgelegenen Grundschule (in Metern).

Eine Bewertung der Siedlungsstruktur hinsichtlich ihrer Verkehrsabhängigkeit kann mit jedem einzelnen Indikator vorgenommen werden. Möglich ist aber auch eine aggregierte Bilanzierung der Autoabhängigkeit durch Zusammenfassung der Indikatoren. Angesichts der Tatsache, dass die Indikatoren unterschiedliche Skalen aufweisen, ist dazu jedoch eine Klassifizierung oder Standardisierung der Indikatorenwerte erforderlich. Hierzu werden zwei Klassifikationsverfahren vorgeschlagen: Ein erster Ansatz (absolute Bewertung) definiert für jeden Indikator drei Schwellenwerte, die unterschiedliche Grade der Autoabhängigkeit repräsentieren, sodass sich jeweils vier Klassen ergeben. Die Schwellenwerte können sich auf technische Regelwerke stützen, an Umfragewerten orientiert sein oder Experteneinschätzungen repräsentieren. Ein zweiter Ansatz zielt auf eine relative Bewertung, indem die Indikatorenwerte in gleich großen Quantil-Bereichen zusammengefasst werden. Quantile sind Klassen, die jeweils die gleiche Anzahl an Ergebniswerten enthalten. Gewählt werden hier Quartile, damit sich ebenfalls vier Werteklassen ergeben. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass nicht wie bei dem zuerst genannten Ansatz eine normativ geprägte Schwellenwertsetzung erforderlich ist.

Tabelle 2 zeigt die für alle Indikatoren verwendeten Schwellenwerte, differenziert nach absoluter und relativer Bewertung (Letzteres anhand der für die Region Stuttgart erzielten Messwerte). Bei der Setzung der Werte wurden auch die Ergebnisse repräsentativer Verkehrsbefragungen („Mobilität in Deutschland“, „Mobilität in Städten“) berücksichtigt (Ahrens/Ließke/Wittwer et al. 2008; Infas/DLR 2008: 131 ff.).

Liegen alle Indikatoren in klassifizierter Form vor, so können sie miteinander aggregiert werden. Möglich ist auf diese Weise eine mehrdimensionale Bewertung der Autoabhängigkeit, die eine überschlägige Gesamtbewertung ermöglicht (vgl. hierzu Kap. 3.4).

3.2 Datenquellen und Raumbezug

Wie oben erwähnt war es Ziel dieser Studie, den Grad der Autoabhängigkeit eines Raumes möglichst standortdifferenziert zu bewerten. Da die meisten Wege bzw. Wegeketten in Wohnungen beginnen oder enden, wurden Wohngebäude als Bewertungsobjekte ausgewählt. Mit dem Zugriff auf die Gebäudedaten des Automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK) konnte ein Punkt-Layer erzeugt werden, der sämtliche potenziellen Wohnstätten beinhaltet. Jeder Punkt repräsentiert ein Gebäude mit Wohnnutzung, wobei Wochenendhäuser ausgeschlossen wurden.

Zur Untersuchung des Angebotes des öffentlichen Verkehrs und der Berechnung der ÖV-Indikatoren wurde auf Daten des Verkehrsmodells der Region Stuttgart auf der Ebene von Verkehrszellen zurückgegriffen. Mit einem (Makro-)Verkehrsmodell lassen sich grundlegende Prozesse der Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung simulieren. Das Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Universität Stuttgart hat eine umfangreiche Auswertung dieses Verkehrsmodells vorgenommen und zahlreiche Kenngrößen berechnet. Diese wurden entweder direkt verwendet oder als Grundlage für weitere Berechnungen herangezogen. Die aus dem Verkehrsmodell stammenden Werte haben jeweils Gültigkeit für eine ganze Verkehrszelle. Die NMIV-Indikatoren und die ÖV-Zugangsweite dagegen wurden für jeden ALK-Punkt, das heißt für jedes einzelne Wohngebäude, separat bestimmt.

Die für die Indikatorenberechnung erforderlichen Grunddaten haben somit eine unterschiedliche räumliche Körnigkeit. Sie liegen entweder für ganze Verkehrszellen oder für einzelne Wohngebäude vor. Verkehrszellen haben den Nachteil, dass sie unterschiedlich groß sind. Im Stadtgebiet von Stuttgart dominieren kleinflächige Verkehrszellen, während Zellen in suburbanen Gebieten nicht selten ganze Umlandgemeinden repräsentieren. Für die kartographische Darstellung der Autoabhängigkeit wurde daher auf ein homogenes Raster mit einer Rasterweite von 1 mal 1 km zurückgegriffen. Die Entfernungssindikatoren, die bereits den ALK-

Tab. 2 Übersicht über die Schwellenwertsetzungen bei den neun verwendeten Indikatoren

Indikator	Schwellenwerte			
	sehr geringe Autoabhängigkeit	geringe bis mittlere Autoabhängigkeit	mittlere bis hohe Autoabhängigkeit	sehr hohe Autoabhängigkeit
ÖV Zugangsweite [m]				
absolut	≤ 200 (3 min)	> 200 (3 min)	> 400 (6 min)	> 800 (12 min)
relativ	≤ 96	> 96	> 274	> 576
ÖV Bedienungshäufigkeit [Fahren/Tag]				
absolut	> 100	> 40	> 13	≤ 13
relativ	> 131,36	> 46,31	> 8,35	≤ 8,35
ÖV Bedienungszeitraum [h]				
absolut	> 20	> 17	> 13	≤ 13
relativ	> 20,8	> 19,9	> 16,6	≤ 16,6
ÖV/MIV Reisezeitverhältnis [-]				
absolut	≤ 1,0 (SAQ* A)	> 1,0 (SAQ B)	> 1,5 (SAQ C, D)	> 2,8 (SAQ E, F)
relativ	≤ 0,94	> 0,94	> 1,22	> 1,53
ÖV Vernetzung [-]				
absolut	> 0,74	> 0,49	> 0,24	≤ 0,24
relativ	> 0,99	> 0,80	> 0,42	≤ 0,42
NMIV Erreichbarkeit: Einkaufsmöglichkeiten [m]				
absolut	≤ 500	> 500	> 1000	> 2000
relativ	≤ 288	> 288	> 661	> 2094
NMIV-Erreichbarkeit: Hausärzte [m]				
absolut	≤ 500	> 500	> 1000	> 2000
relativ	≤ 167	> 167	> 538	> 1567
NMIV-Erreichbarkeit: Apotheken [m]				
absolut	≤ 500	> 500	> 1000	> 2000
relativ	≤ 222	> 222	> 676	> 2539
NMIV-Erreichbarkeit: Grundschulen [m]				
absolut	≤ 500	> 500	> 1000	> 2000
relativ	≤ 288	> 288	> 699	> 1427

*SAQ: Stufen der Angebotsqualität (vgl. Kapitel 3.3)

Punkten zugeordnet sind, lassen sich über die Rasterzellen ermitteln. Die Indikatoren aus dem Verkehrsmodell wurden dagegen zunächst auf die ALK-Punkte verteilt, das heißt, jedem ALK-Punkt wurde der Wert der Verkehrszelle, in der er liegt, übertragen. Diese Werte wurden dann wieder über die Rasterstruktur gemittelt.

Um zu vermeiden, dass sehr dünn besiedelte Zellen in den Karten das Ergebnis beeinflussen, wurden alle Rasterzellen mit weniger als 15 ALK-Punkten ausgeblendet (weiße Flächen in den Ergebniskarten). So können weniger relevante Bereiche identifiziert und ausgeblendet werden. 2.113 von 3.935 Rasterzellen werden damit nicht angezeigt, weil sie entweder unbesiedelt sind oder nur einzelne Gehöfte oder Splittersiedlungen umfassen.

3.3 Berechnung der Indikatoren

Für die *ÖV-Zugangsweite* werden die Haltestellen aus dem Verkehrsmodell als Destinationen verwendet. Diese liegen als Punkt-Layer für die ganze Region vor. Als Ausgangspunkte dienen die ALK-Wohngebäude. Für jedes ALK-Gebäude der Region wird nun die kürzeste Entfernung zur nächstgelegenen Haltestelle bestimmt. Die Berechnung erfolgt durch eine Netzwerkanalyse mittels Geoinformationssystem (GIS) in einem speziell dafür angelegten Fußgänger-Netzwerk, das im Vergleich zum normalen Straßennetz keine Autobahnen, dafür aber Fuß- und Feldwege beinhaltet. Die berechneten Werte werden mit der in Kap. 3.1 beschriebenen Schwellenwertsetzung bewertet, orientiert an Gehzeitschätzungen. Für Zugangszeiten werden

Gehgeschwindigkeiten von 4 km/h angenommen (vgl. Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Universität Stuttgart 2007).

Die *ÖV-Bedienungshäufigkeit* und der *ÖV-Bedienungszeitraum* wurden aus den Haltestellendaten generiert und über die Rasterzellen gemittelt. Jede Rasterzelle repräsentiert damit die durchschnittliche Häufigkeit sowie den durchschnittlichen Bedienungszeitraum aller ihr zugehörigen Haltestellen des öffentlichen Personennahverkehrs.

Das *Reisezeitverhältnis ÖV zu MIV* macht zwar keine direkte Aussage über die Autoabhängigkeit, stellt aber einen Motivationsfaktor dar, da mit sinkenden Reisezeitverhältnissen die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs steigt. Bei Werten < 1 ist der öffentliche Verkehr sogar schneller als der Pkw. Zur Berechnung des Indikators wurden die Reisezeiten per öffentlichem Verkehr und motorisiertem Individualverkehr von jeder Verkehrszelle nach Stuttgart-Mitte ins Verhältnis gesetzt. Diese Destination ist gut geeignet, da sie etwa im Zentrum sowohl der Landeshauptstadt als auch der Region Stuttgart liegt. Die mittleren Reisezeiten im öffentlichen Verkehr können den Verkehrsmodelldaten entnommen werden. Sie sind bereits mit Zu- und Abgangszeiten versehen. Die Fahrzeiten im motorisierten Individualverkehr für das belastete Verkehrsnetz wurden vom Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Universität Stuttgart aus dem Verkehrsmodell berechnet. Da nur die reine Fahrzeit ermittelt wurde, wird hier noch eine Zu- und Abgangszeit von sechs Minuten aufgeschlagen, welche vor allem am Zielort (Parkplatzsuche, Fußweg vom Parkplatz zum Zielort) als angemessen erscheint.

Die Setzung von Schwellenwerten orientiert sich an den Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (FGSV 2008). Mit den dort definierten sechs Stufen der Angebotsqualität (SAQ) lassen sich Reisezeitverhältnisse in eindeutige Qualitätsklassen von A bis F einteilen. Um dem in dieser Arbeit verwendeten vierstufigen Bewertungssystem gerecht zu werden, mussten der Bewertungsstufe 3 und 4 jeweils zwei SAQ-Klassen zugeteilt werden.

Die *Netzbildungsfähigkeit des ÖV* bildet wie oben beschrieben die umsteigefreie Erreichbarkeit der Nachbargemeinden (bzw. Verkehrszellen) mit dem öffentlichen Verkehr ab. Im Verkehrsmodell liegen die Umsteigehäufigkeiten für die Relationen zu den jeweils benachbarten Verkehrszellen vor. Aus diesen wird die Zahl der Relationen mit der minimalen Umsteigehäufigkeit 0 ermittelt, das bedeutet, dass hier mindestens einmal pro Tag eine umsteigefreie Verbindung angeboten wird. Der Anteil dieser „direkten“ Relationen an der Anzahl aller angebundenen Nachbarzellen bildet den Vernetzungsindikator.

Die *NMIV-Indikatoren* werden alle in Analogie zur ÖV-Zugangsweite berechnet. Mit Hilfe des bereits erwähnten Fußgänger-Netzwerkes werden die jeweils kürzesten Gehweiten zwischen den ALK-Wohngebäuden und den verschiedenen Destinationen bestimmt. Die Standorte der Einkaufsstätten wurden aus geocodierten Adressdaten gewonnen. Eine Schwierigkeit stellte dabei die Unvollständigkeit der Datenbasis dar, da keine vollständige Datei aller Verkaufsstätten vorlag. Durch das Zugreifen auf verschiedene Quellen wurde allerdings ein Datenbestand erstellt, der dem real vorhandenen Bestand an Einkaufsmöglichkeiten möglichst nahe kommen dürfte. So sind alle Discounter und Lebensmittelketten erfasst (REWE und Nahkauf, Aldi-Süd, Lidl, Netto, Norma, Penny, Plus, Edeka, Kaufland, Real). Es fehlen jedoch Einzelanbieter des Lebensmitteleinzelhandels, deren Marktbedeutung aber als eher gering eingeschätzt wird. Insgesamt umfasst der Datenbestand etwa 1.270 Einkaufsmöglichkeiten in der Region Stuttgart.

Die Adressdaten der Hausärzte stammen von der Kassenärztlichen Bundesvereinigung. Die Adressen der Apotheken wurden über die Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände ermittelt. Die Standortdaten der Grundschulen stellte das Statistische Landesamt Baden-Württemberg zur Verfügung.

In der Netzwerkanalyse wurde jedem ALK-Punkt die Gehweite zur nächstgelegenen Einrichtung im Fußwegenetz zugeordnet und daraus die durchschnittliche Entfernung für jede Rasterzelle bestimmt. Die persönliche Bewertung der Gehweite schwankt von Mensch zu Mensch und hängt unter anderem vom Alter, von topographischen Gegebenheiten und der Qualität der vorhandenen Fußwegeinfrastruktur ab. Deshalb wurden die Schwellenwerte für die absolute Bewertung anhand von eigenen Gehzeitschätzungen bestimmt. Grobe Anhaltspunkte für die Ein-

teilung ergeben sich aus dem Ergebnisbericht „Mobilität in Deutschland“ (Infas/DLR 2008: 131 ff.), wonach im bundesdeutschen Schnitt der Anteil von Fußgängern und Radfahrern an allen Wegen von 76 % auf nur noch 43 % fällt, wenn die Wegelänge einen Kilometer übersteigt. Ab zwei Kilometer Wegelänge sinkt der Wert auf 25 %. Durch das Einbeziehen dieser Anteile kann ein Bewertungsschema für die NMIV-Indikatoren erstellt werden.

3.4 Gewichtung und Aggregation der Indikatoren

Wie bereits erwähnt, verdeutlichen die Indikatoren einzelne Ausprägungen struktureller Autoabhängigkeit. Diese können isoliert voneinander wie auch in Kombination analysiert und bewertet werden. Eine methodische Option ist dabei, die klassifizierten Indikatorenwerte im Sinne einer Indexbildung weiter zu aggregieren. Dies kann durch eine einfache Addition der Werte auf Ebene von Rasterzellen erfolgen. Eine Addition ordinalskalierten Daten ist mathematisch eigentlich unzulässig, daher muss die Interpretation der Indexwerte sehr vorsichtig erfolgen. So kann der Abstand der numerischen Werte nur im Sinne eines „Mehr“ oder „Weniger“ an Autoabhängigkeit interpretiert werden. Ein hoher Indexwert ist daher nur ein Indiz für eine möglicherweise mehrdimensional ausgebildete Autoabhängigkeit.

Eine alternative Möglichkeit, die Werte zu aggregieren, ohne sie in feste Klassen einzuteilen, besteht in der Projektion der Indikatorwerte auf ein einheitliches Intervall, beispielsweise 0 bis 1. Dazu wird der Zelle mit der geringsten Indikatorausprägung der Wert 0 und der Zelle mit der stärksten Indikatorausprägung der Wert 1 zugewiesen. Allen übrigen Zellen kann nun ein Wert zwischen 0 und 1 entsprechend ihrer Ausprägung zugeteilt werden. Die Indikatorausprägungen können so scheinbar wesentlich detaillierter in die Aggregation eingehen als bei einer vergleichsweise groben Einteilung in vier Klassen. Das Problem bei dieser Vorgehensweise ist jedoch, dass durch die unterschiedlichen Verteilungen der Indikatorwerte die Projektion auf das Intervall [0;1] zu einer zum Teil starken Verzerrung der aggregierten Ergebnisse führen kann. Die eigentlich gröbere Methode der Einteilung in Klassen kann durch die geschickte Wahl von Klassengrenzen die Verzerrungen gering halten. Dies gelingt beispielsweise durch die Wahl von Quartilen als Klassengrenzen bei der relativen Bewertung.

Bei der Indexberechnung stellt sich darüber hinaus das Problem, dass nicht alle einbezogenen Indikatoren die gleiche Wertigkeit beanspruchen. Daher kann es erforderlich sein, Gewichtungsfaktoren einzuführen. So ist der öffentliche Verkehr potenziell in der Lage, den nicht-motorisierten Verkehr zu ersetzen. Umgekehrt gilt dies allerdings nicht. Wenn ein weit entfernt liegendes Ziel wegen eines unzureichenden Angebots an öffentlichem Verkehr nicht erreicht

Abb. 2 Beispielhafte Setzung von Gewichtungsfaktoren für die ÖV- und NMIV-Indikatoren

ÖV Indikatoren		NMIV Indikatoren	
	Gewichtungsfaktor		Gewichtungsfaktor
ÖV Zugangsweite	0,15	NMIV Einkaufsmöglichkeiten	0,15
ÖV Bedienungshäufigkeit	0,15	NMIV Grundschulen	0,12
ÖV Bedienungszeitraum	0,10	NMIV Ärzte	0,08
ÖV/MIV Reisezeitverhältnis	0,10	NMIV Apotheken	0,05
ÖV Vernetzung	0,10		
Σ	0,60	Σ	0,40

werden kann, übt der nicht-motorisierte Individualverkehr keine substituierende Funktion aus. Diese Überlegung legt eine stärkere Gewichtung des öffentlichen Verkehrs gegenüber dem nicht-motorisierten Individualverkehr nahe. Abbildung 2 zeigt einen Vorschlag für die Indikatorenge-
 wichtung, der bei der praktischen Anwendung der Methodik unter Einbeziehung von Akteuren an regionale Bedingungen und Präferenzen anpassbar ist.

Die ÖV-Indikatoren werden zu einer zunächst nur auf den öffentlichen Verkehr bezogenen Autoabhängigkeit aggregiert. Gleiches erfolgt für die NMIV-Indikatoren. Zuletzt wird die Gesamtautoabhängigkeit berechnet. Sämtliche Ergebnisse liefern dann für jede Zelle die Autoabhängigkeit auf einem Wertebereich von [0;1], wobei 0 für minimale und 1 für maximale Autoabhängigkeit steht.

4 Ergebnisse der Pilotanwendung in der Region Stuttgart

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse einer Pilotanwendung des Indikatorenkonzeptes für die Region Stuttgart dargestellt. Die Region Stuttgart umfasst 179 Städte und Gemeinden, die sechs Stadt- bzw. Landkreisen (Landeshauptstadt Stuttgart, Landkreise Böblingen, Esslingen, Göppingen, Ludwigsburg und Rems-Murr-Kreis) zugehörig sind.

Abbildung 3 zeigt die absolute Ausprägung der einzelnen Indikatoren als generalisierte Kartendarstellung¹ und gibt einen ersten Eindruck von der räumlichen Ausprägung der Autoabhängigkeit in der Region Stuttgart. Die jeweiligen Karten wurden über ein *Kernel-Density Tool* erzeugt, wobei auf die berechneten Indikatorenwerte (vor der Klassifizie-

rung) zurückgegriffen wurde. Mit dieser Methode werden punkthaft verteilte Messwerte (in diesem Fall vom Zentroid einer flächenhaften Ausgangsverteilung) räumlich interpoliert und sogenannte *Heat Maps* erzeugt. Damit werden räumliche Trends über eine kartographische Generalisierung klarer erkennbar. Deutlich wird eine vergleichsweise geringe Autoabhängigkeit im Zentrum der Region, wo die Angebotsdichte fußläufig erreichbarer Einrichtungen sowie des öffentlichen Personennahverkehrs naturgemäß hoch ist. Eine relativ hohe Autoabhängigkeit lässt sich dagegen in den Randbereichen der Region feststellen, was insbesondere auf die östliche, stärker ländlich geprägte Peripherie zutrifft.

Auf den Ergebniskarten (Abbildungen 4 bis 6) werden die absolut bewerteten Indikatorwerte im Wertebereich von 0 bis 1 [0;1] gezeigt. Dazu wird das Ergebnisintervall in 0,25-Stufen in vier gleich große Bereiche (sehr gering, gering, hoch, sehr hoch) eingeteilt, die in einem einheitlichen Farbschema dargestellt werden. Geringe Indexwerte (grün) repräsentieren eine relativ geringe, hohe Indexwerte (rot) eine relativ hohe Autoabhängigkeit. Bei der Interpretation der Karten ist zu beachten, dass aufgrund der vorgenommenen Normalisierung der Werte nur relative standörtliche Autoabhängigkeiten angezeigt werden, ausgehend vom jeweils „besten“ Messwert (welcher als geringste Autoabhängigkeit interpretiert wird).

Ein erster Blick auf Abb. 4 legt eine vergleichsweise positive Einschätzung der auf den öffentlichen Verkehr bezogenen Autoabhängigkeit in der Region Stuttgart nahe. In weiten Teilen der Region dominieren Werte im mittleren oder unteren Bereich, was eine moderate oder geringe Autoabhängigkeit anzeigt. In Stuttgart und den Zentren der Umgebung finden sich gehäuft sehr geringe Werte. Erhöhte, auf den öffentlichen Verkehr bezogene Autoabhängigkeit, ist in der östlichen Peripherie zu finden. Hier liegen auch die meisten der nur vereinzelt auftretenden sehr

¹ Generalisierung auf Basis der Verkehrszellenschwerpunkte, unter Verwendung einer *Diffusion Kernel* Interpolation mit Gauß'scher Kernelfunktion (Fangradius: maximal 2.000 m).

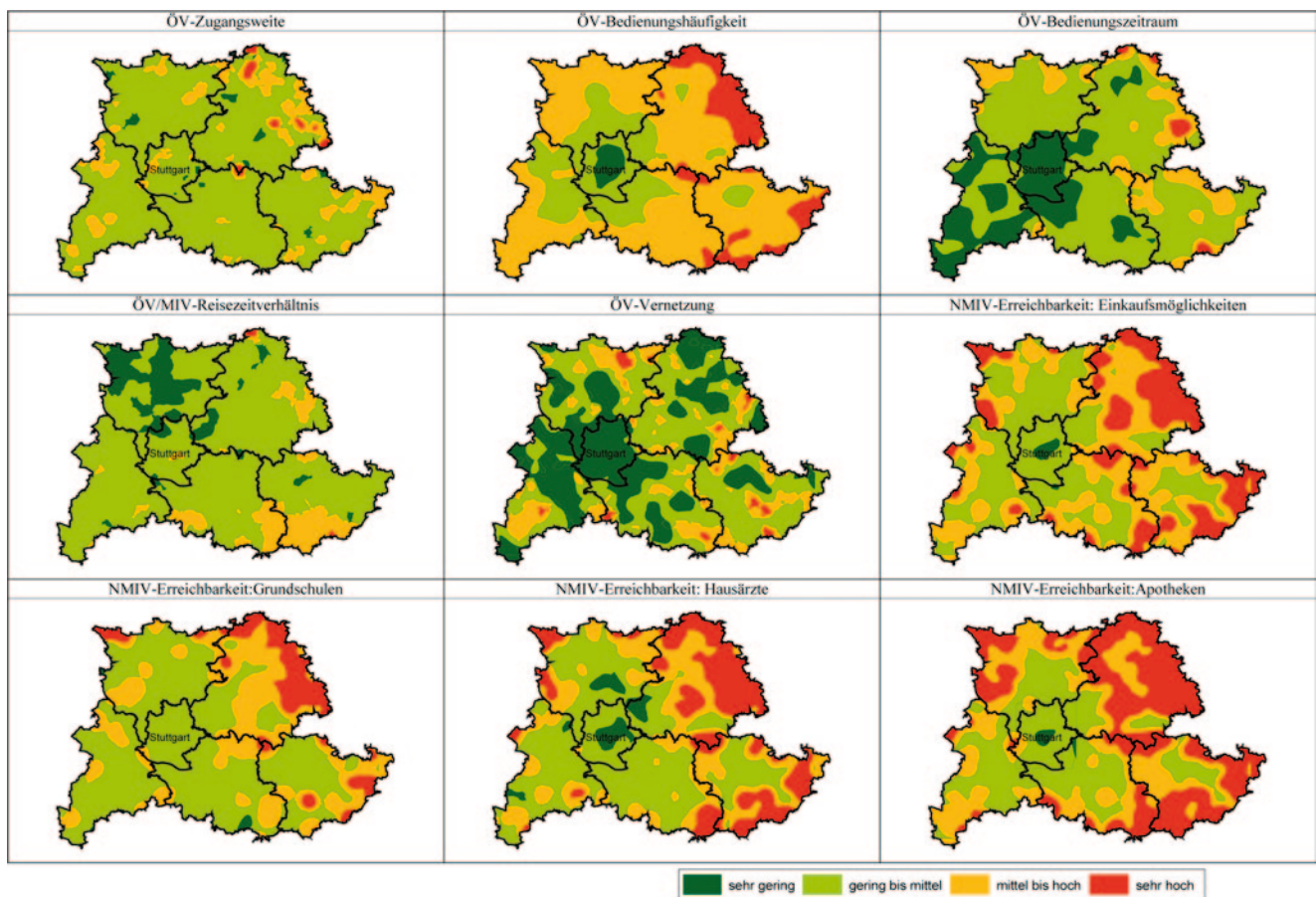
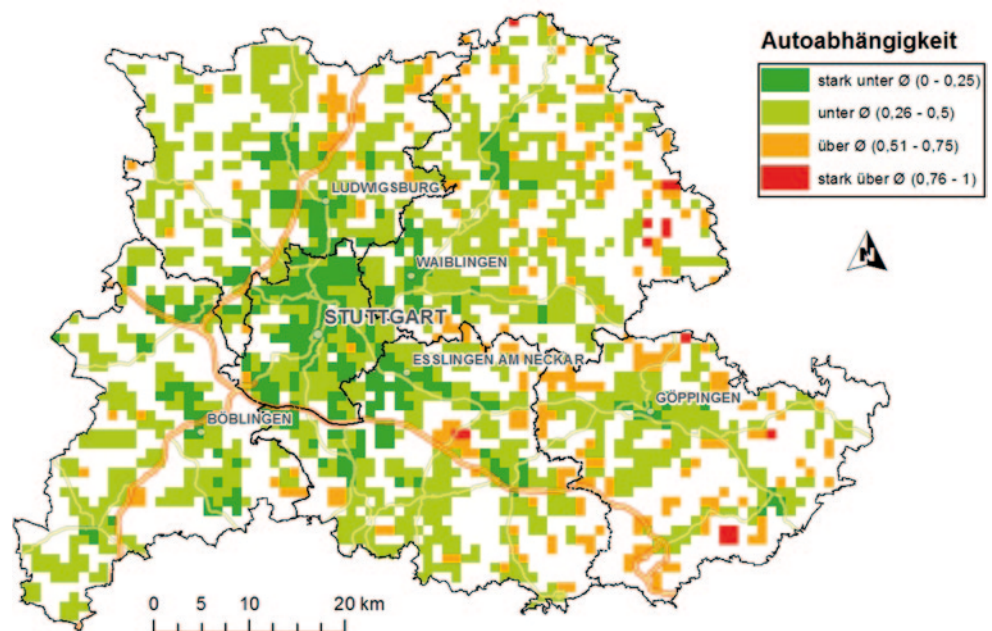


Abb. 3 Kartographische Darstellung der Indikatoren für die absolute Autoabhängigkeit

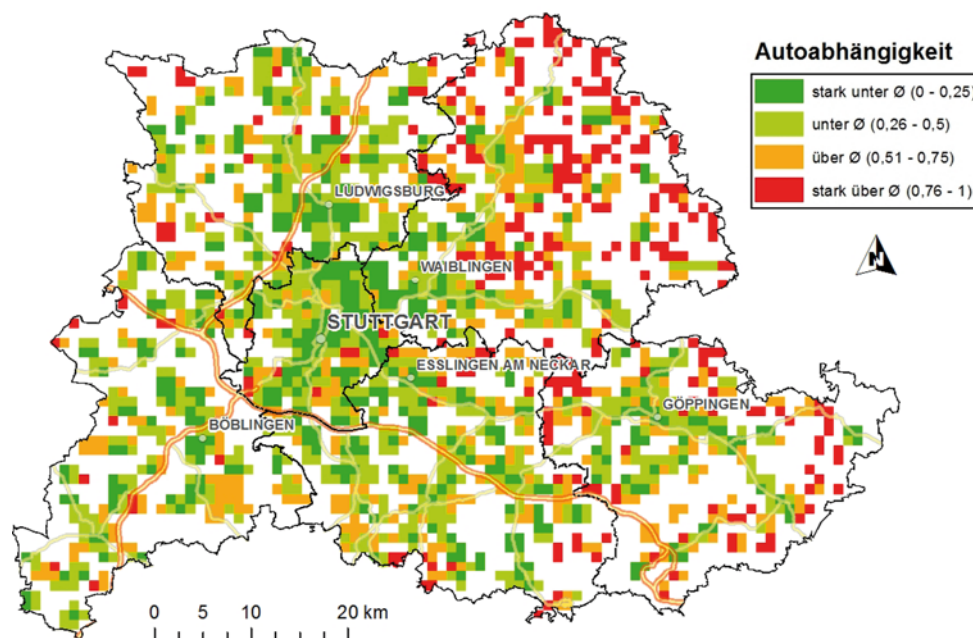
Abb. 4 Index der relativen Autoabhängigkeit, gebildet mit den ÖV-Indikatoren (Ras-terebene, Aggregation der absoluten Indikatorwerte)



schlecht abschneidenden Zellen. Deutlich erkennbar sind die Effekte des in der Region Stuttgart gut ausgebauten S-Bahn-Systems, welches sich in geringer Autoabhängig-

keit in den suburbanen Achsenkorridoren bemerkbar macht. Die vergleichsweise wenigen Zellen mit hoher ÖV-gebundener Autoabhängigkeit sind häufig gering besiedelt (einige

Abb. 5 Index der relativen Autoabhängigkeit, gebildet mit den NMIV-Indikatoren (Rasterebene, Aggregation der absoluten Indikatorwerte)



Zellen überschreiten nur knapp das Ausschlusskriterium von mindestens 15 Wohnhäusern), sodass hier ein rentabler öffentlicher Verkehr nur eingeschränkt angeboten werden kann. Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse aber das überdurchschnittlich gut ausgebaute System des öffentlichen Verkehrs der Region.

Die auf den nicht-motorisierten Individualverkehr bezogene Autoabhängigkeit (vgl. Abb. 5) zeigt demgegenüber eine andere, stärker differenzierte Ausprägung. Betrachtet man die absolut bewerteten Daten, so überwiegen zwar auch hier auf den ersten Blick Bereiche mit geringer Autoabhängigkeit, allerdings zeigt die Karte vermehrt Gebiete mit mittlerer oder gar hoher Autoabhängigkeit infolge einer eingeschränkten Erreichbarkeit von Einrichtungen mit nicht-motorisierten Verkehrsmitteln. Die geringe Siedlungsdichte in den stärker ländlich geprägten Siedlungen der Region Stuttgart und die dort typischerweise geringen Standortdichten von Einrichtungen der Daseinsvorsorge lassen den Pkw im Alltag vermutlich häufiger als unverzichtbar erscheinen. Besonders betroffen sind der Nordosten des Rems-Murr-Kreises und die Randgebiete vorwiegend im südlichen Teil des Kreises Göppingen. Hier kann sowohl im Hinblick auf den öffentlichen Verkehr als auch die Erreichbarkeit mit dem nicht-motorisierten Individualverkehr von einer hohen strukturellen Autoabhängigkeit gesprochen werden.

Abbildung 6 zeigt die Gesamtbewertung der Autoabhängigkeit, resultierend aus der Aggregation aller Indikatorwerte. Die räumlichen Muster folgen dabei den Ergebnissen der zuvor vorgestellten Autoabhängigkeit, bezogen auf den öffentlichen und den nicht-motorisierten Individualverkehr. Danach ist ein deutliches Rand-Kern-Gefälle der Autoabhängigkeit festzustellen, welches durch die radialen S-Bahn-

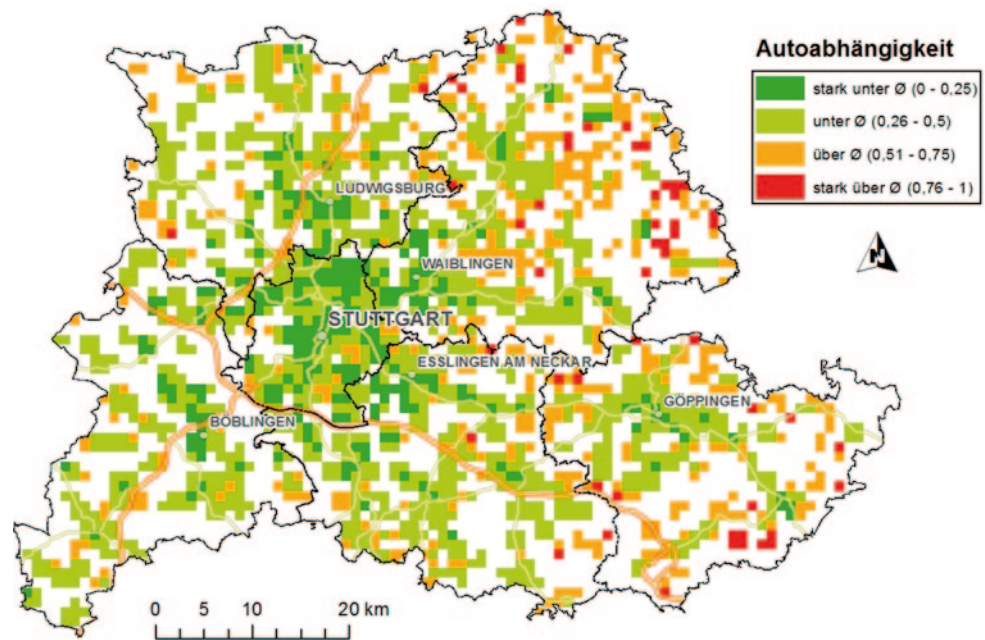
Achsen durchbrochen wird. Erkennbar wird ein äußerer Gürtel vom östlichen Rand über die nördliche Regionsgrenze bis nach Nordwesten mit hoher Autoabhängigkeit. Während die Autoabhängigkeit im Rems-Murr-Kreis mit der Entfernung von Stuttgart stetig zunimmt, befinden sich die problematischen Gebiete im Kreis Göppingen entlang der Kreisgrenzen.

Angesichts der Tatsache, dass die stärker autoabhängigen Gebiete häufig eher gering besiedelt sind, kann plausibel vermutet werden, dass der ganz überwiegende Teil der Bevölkerung der Region Stuttgart von einem eher geringen Maß an Autoabhängigkeit betroffen ist. Dass die Region dennoch eine sehr hohe Motorisierung und motorisierte Fahrleistung aufweist, kann als Indiz auf andere Faktoren der Verkehrsmittelwahl mit höherer Bedeutung als die strukturelle Autoabhängigkeit gewertet werden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

„Autoabhängigkeit“ muss als ein Phänomen verstanden werden, welches nur eingeschränkt objektivierbar ist. Zu komplex sind die sozialen Hintergründe der individuellen Verkehrsmittelwahl. Mit der hier vorgestellten Methode kann aber eine überschlägige Bewertung der strukturellen Autoabhängigkeit einer Region vorgenommen werden, welche hier als Abwesenheit akzeptabler Alternativen zum Pkw bei der Alltagsmobilität verstanden wird. Autoabhängigkeit wird infolgedessen über die standortdifferenzierte Erreichbarkeit von Gelegenheiten mit öffentlichen sowie mit nicht-motorisierten Verkehrsmitteln empirisch adressiert.

Abb. 6 Index der relativen Autoabhängigkeit, gebildet über alle Indikatoren (Rasterebene, Aggregation der absoluten Indikatorwerte)



Der methodische Ansatz ist grundsätzlich offen für die Integration weiterer Indikatoren sowie eine nutzerorientierte Adaption des Bewertungs- und Aggregationsmodells. Die Implementation des Bewertungsmodells ist lediglich an die Verfügbarkeit von Grunddaten zur Bedienung mit dem öffentlichen Verkehr und zur Erreichbarkeit mit dem nicht-motorisierten Individualverkehr gebunden. Die hier eingesetzten NMIV-Indikatoren erscheinen dabei grundsätzlich ubiquitär realisierbar, da die hierfür erforderlichen Daten (Adressdaten der Standorte von Einrichtungen der Daseinsvorsorge) im Regelfall flächendeckend verfügbar sind. Problematischer ist dagegen der Einsatz der ÖV-Indikatoren, da diese teilweise aus einem regionalen Verkehrsmodell abgeleitet sind. Derartige Modelle existieren nach Kenntnis der Verfasser nur in wenigen deutschen Regionen und größeren Kernstädten. Allerdings können einzelne Indikatoren wie die ÖV-Zugangsweite oder der ÖV-Bedienungszeitraum in Kooperation mit den regionalen Verkehrsträgern realisiert werden.

Mit den Ergebnissen lassen sich Gebiete identifizieren, in denen die Angebotsdichte und -qualität des öffentlichen Verkehrs unterdurchschnittlich ist und/oder in denen die Erreichbarkeit von Destinationen zu Fuß oder mit dem Fahrrad eingeschränkt ist. Derartige Befunde könnten in der regionalen Nahverkehrsplanung auch planungspraktische Relevanz erlangen, indem die regionalen „Hot-spots“ der Autoabhängigkeit systematisch auf mögliche Ergänzungen des Angebotes des öffentlichen Verkehrs überprüft werden (vgl. hierzu auch Schwarze 2005). In geringer besiedelten Gebieten könnten dabei auch flexible Angebotsformen höhere Relevanz erlangen. Denkbar ist auch eine Längsschnittbetrachtung der Autoabhängigkeit, mit der positive

und negative Veränderungen sichtbar gemacht werden. Letzteres könnte im Sinne eines „Early Warning“-Systems ausgestaltet sein. Mit dem Vergleich von Regionen könnten überdies regionale Profile der Autoabhängigkeit erzeugt werden, die das Verständnis des Wechselverhältnisses von Raumstruktur und Verkehrssystem zweifellos fördern würden.

Angesichts steigender Energiepreise und einer schrumpfenden wie alternden Gesellschaft wird der Autoabhängigkeit städtischer und ländlicher Siedlungsräume in Zukunft sicherlich vermehrt Aufmerksamkeit zuteil (vgl. BMVBS 2012). Die Raum- und Verkehrsplanung steht in der Verantwortung, die weitere Entstehung autoabhängiger Wohn- und Gewerbestandorte zu verhindern oder mindestens einzudämmen. In diesem Zusammenhang können die hier vorgestellten Ergebnisse regionalen Entscheidungsträgern bei ihren Abwägungsentscheidungen über die Akzeptabilität von Standortplanungen Hilfestellungen bieten. Damit soll auch einer unkritischen Praxis der Anwendung von Verkehrsmodellen entgegengetreten werden, die Rückkopplungen zwischen Flächennutzungsplanung und Verkehrserzeugung häufig nicht ausreichend beachtet.

Das in diesem Beitrag vorgenommene Plädoyer für eine Quantifizierung eines Phänomens wie „Autoabhängigkeit“ wird sicher nicht unwidersprochen bleiben. Skepsis mag sich sowohl aus einem Unbehagen speisen, planerische Entscheidungen auf die eventuelle Pseudogenauigkeit von Modellresultaten abzustellen (vgl. z.B. Österreichisches Institut für Raumplanung/Austrian Institute of Technology/ Ceit Alanova Verkehrsplus et al. 2011: 218), als auch aus der Befürchtung hoher Bearbeitungsaufwände bei der Berechnung der Indikatoren. Letzterem kann jedoch entgegen-

gehalten werden, dass der hier vorgestellte Ansatz auch in Regionen einsetzbar ist, die nicht dem Profil einer „daten-technisch hochgerüsteten“ Metropole oder Stadtregion entsprechen. Noch viel zu oft sind ausgereifte rechnergestützte Systeme zur Landnutzungs- und Verkehrsplanung heute die exklusive Domäne hochspezialisierter Forschungsinstitute und Universitäten mit entsprechender Ausstattung, die sich über kurze Projektzeiträume mit dem methodisch Machbaren beschäftigen. Relevanz für die Planungspraxis kann aber erst entstehen, wenn über methodische Standards und stabile Dateninfrastrukturen Planungssicherheit und über praktikable und auch finanzierbare Werkzeuge die Fortführung der Systeme gewährleistet wird. Und in diesem Zusammenhang bleibt festzustellen, dass eine einfach beherrschbare, aus bestehenden Systemen und Datengrundlagen zusammengesetzte Methodik eindeutige praktische Vorteile gegenüber neu zu entwickelnden Modellen hat. Die oben vorgestellten Indikatoren zur Autoabhängigkeit sollen vor diesem Hintergrund zu einem verbesserten Verständnis von Verkehrssystemen allgemein beitragen und eine plausible Einschätzung der Raumstruktur im Hinblick auf die Steuerung der Verkehrsoptionen im Untersuchungsgebiet ermöglichen.

Danksagung Wir danken dem Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Universität Stuttgart für die freundliche Unterstützung dieser Studie durch die Bereitstellung von Daten des regionalen Verkehrsmodells.

Literatur

- Ahrens, G.-A.; Ließke, F.; Wittwer, R.; Hubrich, S. (2008): Endbericht zur Verkehrserhebung „Mobilität in Städten – SrV 2008“ und Auswertungen zum SrV-Städtepegel. Dresden. Technische Universität Dresden, Professur Verkehrs- und Infrastrukturplanung.
- ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (2011): Postfossile Mobilität und Raumentwicklung. Hannover. = Positionspapier aus der ARL, Nr. 89.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2011): Nahversorgung und Nahmobilität: Verkehrsverhalten und Zufriedenheit. Berlin. = BMVBS-Online-Publikation 08/11.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2012): Mobilität, Erreichbarkeit und soziale Exklusion. Berlin. = BMVBS-Online-Publikation 27/12.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; BBSR – Bundesinstitut für Stadt-, Bau- und Raumforschung (Hrsg.) (2009): Chancen und Risiken steigender Verkehrskosten für die Stadt- und Siedlungsentwicklung unter Beachtung der Aspekte der postfossilen Mobilität. Berlin/Bonn. = BMVBS-Online-Publikation, Nr. 06/09.
- Brög, W. (2003): (Auto) Mobilität in Agglomerationen. Dominiert das Auto die Mobilität? In: Europäisches Forum Alpbach (Hrsg.): Alpbacher Architekturgespräche 2003. Alpbach, 60–69.
- Cervero, R.; Murakami, J. (2010): Effects of built environments on vehicle miles traveled: evidence from 370 US urbanized areas. In: *Environment and Planning A* 42, 2, 400–418.
- Dodson, J.; Sipe, N. (2007): Oil Vulnerability in the Australian City: Assessing Socioeconomic Risks from Higher Urban Fuel Prices. In: *Urban Studies* 44, 1, 37–62.
- FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2008): Richtlinien für integrierte Netzgestaltung. Köln.
- Geier, S.; Holz-Rau, C.; Krafft-Neuhäuser, H. (2001): Randwanderung und Verkehr. In: *Internationales Verkehrswesen* 53, 1/2, 22–26.
- Gray, D.; Farrington, J.; Shaw, J.; Martin, S.; Roberts, D. (2001): Car dependence in rural Scotland: transport policy, devolution and the impact of the fuel duty escalator. In: *Journal of Rural Studies* 17, 1, 113–125.
- Gutsche, J.-M.; Bohnet, M.; Menze, A. (2006): Verkehrsfolgenabschätzung in der Regionalplanung. Ein Leitfaden zur Nutzung von Verkehrsmodellen. Bonn. = Werkstatt: Praxis, Heft 46.
- Handy, S.L. (2002): Accessibility- vs. mobility-enhancing strategies for addressing automobile dependence in the U.S. O.O.
- Hinde, S.; Dixon, J. (2005): Changing the obesogenic environment: insights from a cultural economy of car reliance. In: *Transportation Research Part D* 10, 1, 31–53.
- Infas – Institut für angewandte Sozialwissenschaft; DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (2008): Mobilität in Deutschland 2008. Ergebnisbericht. Struktur – Aufkommen – Emissionen – Trends. Bonn/Berlin.
- Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Universität Stuttgart (2007): Ermittlung von Kenngrößen der ÖV-Angebotsqualität in der Region Stuttgart. Stuttgart.
- Kenworthy, J.R.; Laube, F.B. (1996): Automobile dependence in cities: An international comparison of urban transport and land use patterns with implications for sustainability. In: *Environmental Impact Assessment Review* 16, 4–6, 279–308.
- Kolko, J. (2011): Making the most of transit. Density, employment growth and ridership around new stations. San Francisco.
- Lucas, K.; Jones, P. (2009): The car in British society. London.
- Mc Cann, B.A.; Ewing, R. (2003): Measuring the health effects of sprawl. A national analysis of physical activity, obesity and chronic disease. Washington D.C.
- Motte-Baumvol, B.; Massot, M.-H.; Byrd, A.M. (2010): Escaping car dependence in the outer suburbs of Paris. In: *Urban Studies* 47, 3, 604–619.
- Naess, P. (2007): The impacts of job and household decentralization on commuting distances and travel modes. Experiences from the Copenhagen region and other Nordic urban areas. In: *Informationen zur Raumentwicklung* 2/3, 149–168.
- Newman, P. (1996): Reducing automobile dependence. In: *Environment and Urbanization* 8, 1, 67–92.
- OECD – Organisation of Economic Co-Operation and Development (2012): Compact City Policies. A Comparative Assessment. Paris.
- Oeltze, S.; Bracher, T.; Dreger, C.; Eichmann, V. (2006): Mobilität 2050. Szenarien der Mobilitätsentwicklung unter Berücksichtigung von Siedlungsstrukturen bis 2050. Berlin. = Edition Difu – Stadt, Forschung, Praxis, Bd. 1.
- Österreichisches Institut für Raumplanung; Austrian Institute of Technology; Ceit Alanova Verkehrsplus; TU Graz (2011): Maßnahmen und Schritte für den Einsatz innovativer Planungswerkzeuge in der Verkehrs- und Raumplanung. Wien/Graz.
- Raad, T. (1998): The car in Canada: a study of factors influencing automobile dependence in Canada's seven largest cities, 1961–1991. Vancouver.
- Roos, S. (2011): Entwicklung eines GIS-basierten Verfahrens zur Bewertung der Autoabhängigkeit der Siedlungsstruktur in der Region Stuttgart. Diplomarbeit am Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung der Universität Stuttgart.
- Scheiner, J.; Holz-Rau, C. (2013): Changes in travel mode use after residential relocation: a contribution to mobility biographies. In: *Transportation* 40, 2, 431–458.

- Schwarze, B. (2005): Erreichbarkeitsindikatoren in der Nahverkehrsplanung. Dortmund. = Universität Dortmund, Institut für Raumplanung, Arbeitspapier 184.
- Taniguchi, M.; Matsunaka, R.; Nakamichi, K. (2008): A time-series analysis of the relationship between urban layout and automobile reliance: have cities shifted to integration of land use and transport? In: Brebbia, C. A. (Hrsg.): Urban Transport XIV. Urban Transport and the Environment in the 21st Century. Southampton, 415–424.
- Transportation Research Board (1996): Transit and urban form, volume 2, part III: a guidebook for practitioners, part IV: public policy and transit-oriented development: six international case studies. Washington, D.C. = TCRP Report, No. 16.
- Verron, H.; Huckestein, B.; Penn-Bressel, G.; Röthke, P.; Bölke, M.; Hülsmann, W. (2005): Determinanten der Verkehrsentstehung. Dessau. = UBA-Texte 26/2005.
- Victoria Transport Policy Institute (2010): Automobile Dependency. Transportation and Land Use Patterns That Cause High Levels of Automobile Use and Reduced Transport Options. Online unter: <http://www.vtpi.org/tdm/tdm100.htm> (letzter Zugriff: 25.04.2013).