

# Das Niveau der Erreichbarkeit in Großstädten messen und vergleichen

Wolfgang Rauh

## 1. Erreichbarkeit definieren und messen

*Erreichbarkeit ist das Qualitätsmerkmal von Städten*

Seit militärische Sicherheit hinter hohen Stadtmauern kein Thema mehr ist, ist es nur noch eine Leistung, welche Städte weiterhin und mehr denn je zum weltweiten Erfolgsmotiv macht: die Erreichbarkeit. Hohe urbane Dichte in Verbindung mit einem möglichst effizienten Verkehrssystem erlaubt es auf kurzen Wegen eine Vielfalt von Zielen zu erreichen. Wie viele Ziele erreichbar sind und mit welchem Aufwand, das hängt vom Zusammenspiel des Verkehrssystems mit der Siedlungsstruktur ab. Erreichbarkeit ist also in Erweiterung einer Definition von Schürmann et. al. (1997) das „Hauptprodukt“ der Siedlungsform Stadt. Das gebotene Niveau der Erreichbarkeit bestimmt die eigentliche Qualität der Stadt. Was häufig unter urbaner Lebensqualität verstanden wird – saubere Luft, geringe Lärmbelastung – sind lediglich allgemeine Voraussetzungen für Lebensqualität, die durch die eigentliche Funktion der Stadt – Sicherstellen von Erreichbarkeit – möglichst wenig geschmälert werden sollen. Es hätte wenig Sinn, den Erfolg städtischer Verkehrs- und Siedlungspolitik alleine daran zu messen, wie wenig Schaden sie anrichtet. Sie ist in erster Linie daran zu messen, wie weit sie ihren Zweck, ein möglichst hohes Erreichbarkeitsniveau zu sichern, erfüllt. Um das beurteilen zu können, ist allerdings der schwer fassbare Begriff „Erreichbarkeit“ in einer für Städte und erweiterte Stadtregionen geeigneten Weise zu definieren. Über Erreichbarkeit kann erst diskutiert werden, wenn sie einigermaßen objektiv messbar und zwischen verschiedenen Städten – möglichst weltweit – vergleichbar ist.

*Zwei Sichtweisen der Erreichbarkeit in Städten*

Die jeweiligen Wohnorte sind die Quellen der täglichen Wege, welche Menschen in der Stadt als Konsumenten, Arbeitskräfte oder Erholung Suchende zurücklegen. Ihre Ziele sind Orte der Aktivität wie Arbeitsstätten, Handels- oder Dienstleistungsbetriebe. Erreichbarkeit kann aus Sicht der Quellen oder aus Sicht der Ziele beschrieben werden. Von der Quelle aus gesehen ergibt sich das Problem, dass die jeweils vom Wohnort aus erreichbaren Orte der Aktivität sehr unterschiedlich sind und daher nach Art, Größe und diversen Qualitäten zu gewichtet wären. Dieser zusätzliche Freiheitsgrad ermöglicht subjektive Wertungen und erschwert die Vergleichbarkeit der ermittelten Erreichbarkeitsdaten. Aus Sicht des Ziels zeigt sich die Aufgabenstellung einfacher.

Quelle für die Wege zu Orten der Aktivität ist die Wohnbevölkerung im jeweiligen Einzugsbereich. Diese kann zumindest bei einer Gesamtbetrachtung von Stadtgebieten hinsichtlich Ausbildung und Kaufkraft – also hinsichtlich ihrer Qualität als potentielle Arbeitskräfte und Konsumenten – als homogen angenommen werden.

*Warum beide Sichtweisen zu gleichwertigen Ergebnissen führen sollten*

Unter der Annahme rational handelnder Akteure eines funktionierenden Immobilienmarktes sollten beide Sichtweisen der Erreichbarkeit – jene aus Sicht des Ziels und jene aus Sicht der Quellen – konvergieren. Unternehmen sollten Standorte bevorzugen, an denen sie für Kunden und / oder Arbeitskräfte besonders gut erreichbar sind. In analoger Weise sollten Wohnungssuchende jene Lagen bevorzugen, welche im Einzugsbereich attraktiver Einkaufs- und Arbeitsmöglichkeiten liegen. Diese wechselseitige Anziehung ist der eigentliche Motor der Agglomeration. Auf welche Siedlungsstruktur und Dichte dieser Entwicklungsmotor hin arbeitet, hängt, wie noch zu zeigen ist, von Eigenschaften des Verkehrssystems ab.

*Erreichbarkeit innerhalb von Stadtgebieten / Stadtregionen*

Aus den erwähnten Gründen bietet sich die Erreichbarkeit aus Sicht von Orten der Aktivität als Indikator für die verkehrliche Qualität von Städten an. Ein Maß für diese Erreichbarkeit muss aus der Summe der kontinuierlich über die Fläche verteilten Quellen (Zahl potentieller Arbeitskräfte und Konsumenten) und dem jeweiligen Verkehrswiderstand zum Zielort ableitbar sein. Als vereinfachte Kenngröße des Verkehrswiderstandes kann auf Grund der relativ geringen Reisegeschwindigkeit in Stadtgebieten die Reisezeit dienen. Die Erreichbarkeit eines Punktes könnte nun beispielsweise als Integral über die Wohnbevölkerung<sup>1</sup> des Stadtgebiets gewichtet mit dem Kehrwert der Reisezeit zwischen dem betrachteten Punkt und dem jeweiligen Wohnort definiert werden. Eine solche Definition würde allerdings bedeuten, dass die Erreichbarkeit von der absoluten Bevölkerungszahl der Stadt abhängt. Die Erreichbarkeit wäre dann nicht mehr alleine durch das Verkehrssystem und sein Zusammenwirken mit der Siedlungsstruktur bestimmt. Dazu kommt, dass in ausgedehnten Großstädten oder Metropol-Regionen, die hier speziell betrachtet werden sollen, die relevanten Einzugsbereiche von Orten der Aktivität nur Teile des Stadtgebietes

1 genauer: Integral über die Fläche multipliziert mit der Bevölkerungsdichte.

umfassen, so dass eine Kenngröße, die das gesamte Stadtgebiet erfasst, keine Praxis relevante Abbildung der Erreichbarkeit ergäbe.

### *Erreichbarkeit nach dem Isochronen-Konzept*

Praxis gerecht ist ein Maß der Erreichbarkeit, das die tatsächliche Größe von Einzugsbereichen bzw. die tatsächlich auf täglichen Wegen zurückgelegten Strecken berücksichtigt. Wenn der Raumwiderstand vereinfachend durch die Reisezeit beschrieben wird, bietet sich für diesen Zweck das Isochronen-Konzept an:

*„Kenngröße der Erreichbarkeit ist die Zahl der Menschen, die von ihrer Wohnung aus das betrachtete Ziel innerhalb einer bestimmten Zeitspanne erreichen können.“*

Die Zeitspanne könnte die durchschnittliche Dauer von Wegen – immer gemessen von Tür zu Tür – insgesamt oder für bestimmte Zwecke sein. Wie sich gezeigt hat (Prud'homme und Lee, 2001) hat die Erreichbarkeit von Arbeitsstätten („effektive Größe des Arbeitsmarktes) deutlichen Einfluss auf die Qualität der Stadt als Wirtschaftsstandort. Wenn das absolute Niveau der lokalen Erreichbarkeit in Großstädten gemessen und verglichen werden soll, kommt die Festlegung der Isochrone entsprechend der durchschnittlichen Dauer von Wegen im Stadtgebiet in Frage. Das wären zum Beispiel in Wien 25 Minuten (Socialdata, 1995).

### *Erreichbarkeit nach dem Isochronen-Modell korreliert mit der Produktivität*

Ein Indiz dafür, dass die Erreichbarkeit nach dem Isochronenmodell tatsächlich ein brauchbarer Indikator für die Qualität von Städten ist, liefert eine Untersuchung über den Zusammenhang zwischen der jeweiligen effektiven Größe des Arbeitsmarktes und der Produktivität von Unternehmen in Städten. Prud'homme und Lee (2001) stellen die Hypothese auf, dass die Wertschöpfung pro beschäftigter Person<sup>2</sup> an einem bestimmten Firmenstandort mit der effektiven Größe des Arbeitsmarktes korreliert. Das ist die Anzahl potentieller Arbeitskräfte, die den Firmenstandort innerhalb einer gegebenen Zeit erreichen können. Damit deckt sich das Konzept der effektiven Größe des Arbeitsmarktes mit dem Konzept der Erreichbarkeit nach dem Isochronen-Ansatz.

### *Ein einfacher Indikator der Erreichbarkeit*

Unter der Annahme, dass die durchschnittlich zurückgelegten Distanzen gegenüber den Abmessungen des betrachteten Stadtgebietes bzw. der betrachteten Metropolenregion klein seien und dass eine homogene Bevölkerung mit annähernd konstanter Dichte über das verbaute Stadtgebiet verteilt sei, steigt die Erreichbarkeit, also z.B. die Anzahl potentieller Arbeitskräfte, die einen Firmenstandort innerhalb der durchschnittlichen Dauer eines Arbeitsweges erreichen können,

2 Im Original ist von „productivity“ die Rede. Weil keine Angaben über eine Produktionsfunktion gemacht werden, dürfte es sich jedoch um die Wertschöpfung pro beschäftigter Person handeln.

proportional zum Quadrat der Reisegeschwindigkeit  $V$  multipliziert mit der Bevölkerungsdichte  $D$ . Ein einfacher Indikator der Erreichbarkeit, der für Großstädte und Metropolenregionen universell anwendbar sein sollte, lautet daher

$$\text{Indikator der Erreichbarkeit} = V^2 * D$$

Wird die Geschwindigkeit in km/h und die Dichte in Einwohnern pro Quadratkilometer angegeben, hat der Indikator der Erreichbarkeit im Normalfall die Dimension Einwohner/ Stunde<sup>2</sup>. Weil im Folgenden die durchschnittliche Erreichbarkeit im Stadtgebiet von Wien als Referenzfall herangezogen wird, verbessert es die Anschaulichkeit der Darstellungen, die absolute Dichte „ $D$ “ durch eine relative Dichte „ $d$ “ zu ersetzen. Diese relative Dichte ist das Verhältnis zwischen der jeweiligen Bevölkerungsdichte und der durchschnittlichen Bevölkerungsdichte im Wiener Stadtgebiet. Im Folgenden wird der auf der relativen Dichte basierende Indikator der Erreichbarkeit verwendet. Er hat die Dimension (km/h)<sup>2</sup>.

## **2. Zusammenspiel von Verkehrssystem und Siedlungsstruktur**

*Der Platzbedarf des Verkehrs bestimmt die Lage der Maxima der Erreichbarkeit*

Erreichbarkeit wird bestimmt durch das Zusammenspiel von Verkehrssystem und Siedlungsstruktur. Je höher Dichte und Reisegeschwindigkeit jeweils sind, desto höher sollte das Niveau der Erreichbarkeit sein. Durch die verkehrstechnische Charakteristik des Straßennetzes sind diese Zusammenhänge jedoch nicht ganz trivial:

- Steigt innerhalb eines städtischen Verkehrsnetzes mit gegebener Kapazität und gegebenem Modalsplit des Personenverkehrs die Bevölkerungsdichte, steigt zunächst auch die Erreichbarkeit.
- Mit steigender Dichte steigt jedoch auch die Belastung des Straßennetzes. Die Reisegeschwindigkeit geht dadurch zurück. Ab einem bestimmten Niveau der Dichte geht durch weiteren Dichte-Anstieg auch die Erreichbarkeit zurück, weil der Effekt sinkender Reisegeschwindigkeit gegenüber dem Effekt steigender Dichte überwiegt.

Ein ähnlicher Zusammenhang zeigt sich, wenn bei gegebener Bevölkerungsdichte die Reisegeschwindigkeit durch Verändern des Pkw-Anteils am Personenverkehr verändert wird. Pkw-Personenverkehr ist in der Regel schneller. Der Umstieg zum Pkw erhöht jedoch die Auslastung der Straßenkapazität:

- Ist die Reisegeschwindigkeit im Pkw höher, als mit dem öffentlichen Verkehr, steigt zunächst mit wachsendem Anteil des Pkw-Verkehrs die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit.
- Ab einem bestimmten Pkw-Anteil überwiegt jedoch bei dessen weiterer Zunahme die verzögernde Wirkung des zusätzlichen Platzbedarfs gegenüber der Geschwindigkeit erhöhenden Wirkung. Die Erreichbarkeit geht daher mit weiterer Zunahme des Pkw-Anteils wieder zurück.

### *Zu jeder Bevölkerungsdichte gehört ein optimaler Modalsplit*

Es zeigt sich, dass es stets die Kombination einer gegebenen oder gewünschten Bevölkerungsdichte mit jeweils einem bestimmten Modalsplit des innerstädtischen Personenverkehrs ist, die gemeinsam ein Maximum der Erreichbarkeit bewirken. Eine Abweichung von dieser optimalen Kombination, bedeutet den Verzicht auf ein mögliches, höheres Niveau der Erreichbarkeit. Bereits aus dieser ganz allgemeinen Überlegung ergeben sich Schlussfolgerungen für die Verkehrspolitik. Bestimmte Entscheidungen rücken aus der Ebene der politischen Meinung in die Ebene des sachlich Richtigen oder Falschen. Es kann nicht darum gehen, Autos entweder möglichst weitgehend aus dem Stadtgebiet zu verbannen oder – bei entgegengesetzter ideologischer Ausrichtung – eine möglichst autogerechte Gestaltung des Verkehrssystems anzustreben. Unter der Prämisse, dass möglichst hohe Erreichbarkeit erzielt werden soll, kann nur eine, sachlich richtige Kombination einer gegebenen oder gewünschten Bevölkerungsdichte mit einem bestimmten, dazu passenden Modalsplit angestrebt werden. Maßnahmen, die beispielsweise zu hohen Pkw-Anteil in einem dicht bewohnten Gründerzeitviertel begünstigen wären ebenso sachlich falsch, wie Maßnahmen, die in einem relativ dünn besiedelten suburbanen Gebiet einen Rückgang des Pkw-Anteils unter den für die Erreichbarkeit optimalen Wert erzwingen sollen. Sachlich falsch wäre es auch, erhöhte Dichten gesetzlich zu erzwingen, ohne gleichzeitig dafür zu sorgen, dass der Modalsplit des Pkw-Verkehrs auf das zur erhöhten Dichte passende Niveau zurückgeht.

### *Zusammenhänge quantifizieren*

Um die Bedeutung der Kenngröße „Erreichbarkeit“ für die Stadtentwicklung zu beurteilen sind die Wirkungen von Modalsplit und Dichte auf dieses Qualitätsmerkmal von Städten im Detail zu untersuchen. Neben der generellen Abhängigkeit der Erreichbarkeit von Dichte und Modalsplit geht es vor allem darum, jene Funktion zu finden, die für jeden Wert des Modal-Split jene zugehörige Dichte liefert, welche die bei diesem Modalsplit die maximal mögliche Erreichbarkeit schafft. Als Referenzfall, um die oben nur qualitativ angegebenen Zusammenhänge zu quantifizieren und zu modellieren, wurde das sekundäre Straßennetz Wiens herangezogen. Die Modellierung erfolgt auf Basis von Mobilitätsdaten der Wiener Bevölkerung und allgemeinen verkehrstechnischen Kenngrößen des Netzes:

1. Tagesgang der Reisegeschwindigkeit im sekundären Straßennetz („floating car data“)
2. Tagesgang der Verkehrsstärke im sekundären Straßennetz
3. spezifischer Flächenbedarf und Anteile an der Kapazitätsauslastung der Verkehrsarten MIV (im Wesentlichen Pkw-Verkehr), ÖV (Bus- und Straßenbahnverkehr) sowie Lkw und Lieferfahrzeuge.
4. Kenngrößen des Öffentlichen Verkehrs (Haltestellenabstände, Zu- und Abgangszeiten)
5. Kenngrößen der Mobilität (Tagesdistanz pro Person nach verwendeten Verkehrsmitteln)

Aus 1. und 2. kann der Zusammenhang von Netz-Auslastung und Reisegeschwindigkeit bzw. spezifische Reisezeit (Kilometer pro Minute) des fließenden Verkehrs abgeleitet werden. Mit der spezifischen Kapazitätsbeanspruchung (Punkt 3.) ist die durchschnittliche Auslastung des Straßennetzes als Funktion des Modalsplit zu modellieren. Aus Kenngrößen der des Öffentlichen Verkehrs (Punkt 4.) und der Mobilität (Punkt 5.) sind die durchschnittlichen Zu- und Abgangszeiten zum Pkw und zu Haltestellen des öffentlichen Verkehrs sowie Wartezeiten abzuleiten. Zwischenergebnis ist die Beschreibung der Tür-zu-Tür Reisegeschwindigkeit mit dem Pkw und mit dem Öffentlichen Verkehr als Funktion des Modalsplit:

### *Reisezeit pro Kilometer von Tür zu Tür während der Verkehrsspitzen*

Dieses Teilergebnis ist um den Einfluss der Bevölkerungsdichte auf die Verkehrsstärke im Straßennetz zu erweitern. Die Verkehrsstärke wäre – ceteris paribus – proportional der Bevölkerungsdichte. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass die durchschnittliche Weglänge mit steigender urbaner Dichte zurückgeht<sup>3</sup>, was den erstgenannten Effekt teilweise kompensiert.

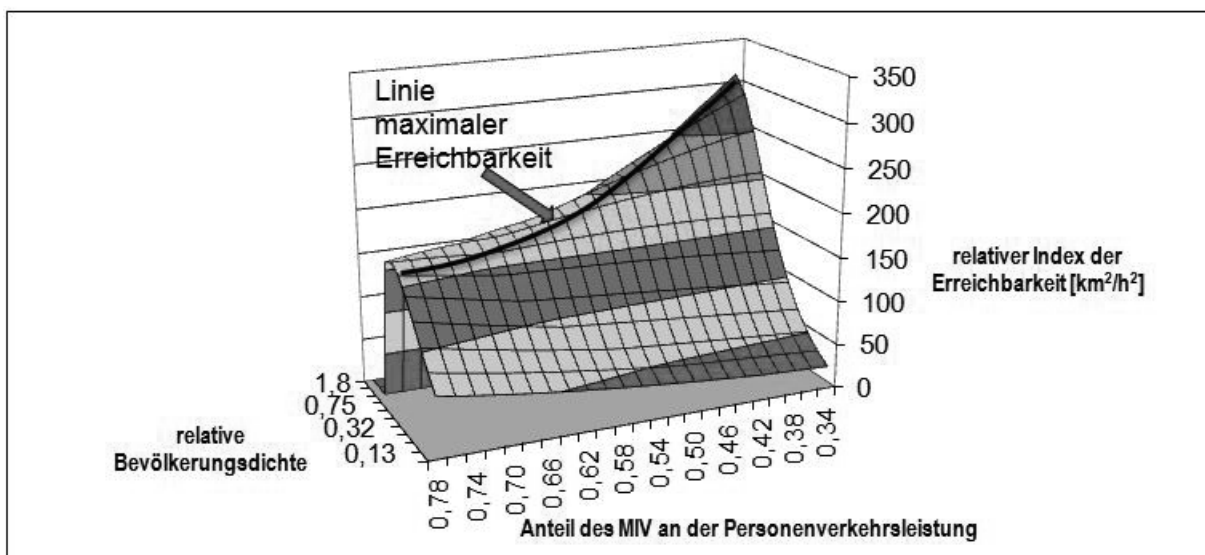
Ein weiteres Zwischenergebnis ist die Auslastung des Straßennetzes als Funktion von Bevölkerungsdichte und Modalsplit. Mit dem bereits ermittelten Zusammenhang von Auslastung und mittlerer Reisegeschwindigkeit und unter Berücksichtigung von Einflüssen der Dichte auf Kenngrößen des Öffentlichen Verkehrs ergibt sich die Reisezeit (Kilometer pro Minute) von Tür zu Tür im MIV und im Öffentlichen Verkehr.

Durch Addition der gemäß dem Modalsplit gewichteten Teilerreichbarkeiten von MIV und ÖV ergibt sich die definierte Kenngröße der Erreichbarkeit als Funktion von Bevölkerungsdichte und Modalsplit:

Die schwarze Linie in Abbildung 1 zeigt für jeden MIV-Anteil die bei der optimalen Bevölkerungsdichte mögliche Erreichbarkeit. Die Modellrechnung lässt erkennen, dass durch geringeren Pkw-Anteil bei gleichzeitig steigender Bevölkerungsdichte eine erhebliche Zunahme der Erreichbarkeit möglich wäre.

Zur Berechnung der oben dargestellten Erreichbarkeitsfunktion wird, wie eingangs bei der Definition des Index der Erreichbarkeit beschrieben, statt der absoluten Dichte eine relative Dichte verwendet. Diese ist das Verhältnis zwischen der jeweiligen Bevölkerungsdichte und der als Referenzgröße verwendeten durchschnittlichen Bevölkerungsdichte im Wiener Stadtgebiet (ca. 69 Einwohner pro Hektar).

<sup>3</sup> Diese Aussage beruht auf der Annahme, dass mit zunehmender Urbaner Dichte die durchschnittliche Entfernung zu gleichwertigen Zielen abnimmt. Die räumliche Verteilung der Ziele wird „maßstäblich“ verkleinert.



Quelle: eigene Berechnungen

Abb. 1. Erreichbarkeit als Funktion von Bevölkerungsdichte und Modalsplit

### 3. Einfluss hochrangiger Verkehrsinfrastruktur auf die Erreichbarkeit

*Optima von Dichte und Modalsplit bleiben unverändert*

Die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit innerhalb einer großstädtischen Region ist nicht nur eine Frage des sekundären Straßennetzes und seiner Auslastung. Sie hängt auch vom Ausbaugrad hochrangiger Verkehrs-Infrastruktur ab. Das sind Stadtautobahnen einerseits sowie U- und S-Bahnen andererseits. Der Weg von und zu Bahnhöfen bzw. Autobahnauf- und -abfahrten muss im sekundären Straßennetz zurückgelegt werden. Nur in diesem Teil des Gesamtnetzes wirkt sich das Zusammenspiel von Modalsplit und Bevölkerungsdichte zwangsläufig auf die Reisegeschwindigkeit aus. Bei einem gegebenen Ausbaugrad hochrangiger Netze bleibt daher die Lage der Maxima der Erreichbarkeit unverändert und die in den folgenden Kapiteln aufgestellte Hypothese, wonach der Modalsplit die Stadtentwicklung bestimmt, bleibt gültig.

*Verbesserung der Erreichbarkeit ist möglich, aber kostspielig*

Die hochrangigen Verkehrsnetze sind in die Analyse einzu beziehen, wenn Großstädte untereinander hinsichtlich ihres Erreichbarkeitsniveaus verglichen werden sollen. Das hochrangige Netz wirkt ähnlich einem Multiplikator für jene Basis-Erreichbarkeit, die durch das Sekundärnetz bereitgestellt wird. Die Dichte hochrangiger Netze ist jedoch begrenzt. Das wirkt sich auf eine mögliche Zunahme der Erreichbarkeit innerhalb des Stadtgebietes aus. Auf durchschnittlichen Wegen im Stadtgebiet fallen zusätzliche Umwege zu U-Bahnstationen oder Autobahn-Auffahrten ins Gewicht.

Fazit: Großstädte in Industrieländern verfügen in der Regel bereits über ein gut ausgebautes Netz hochrangiger Ver-

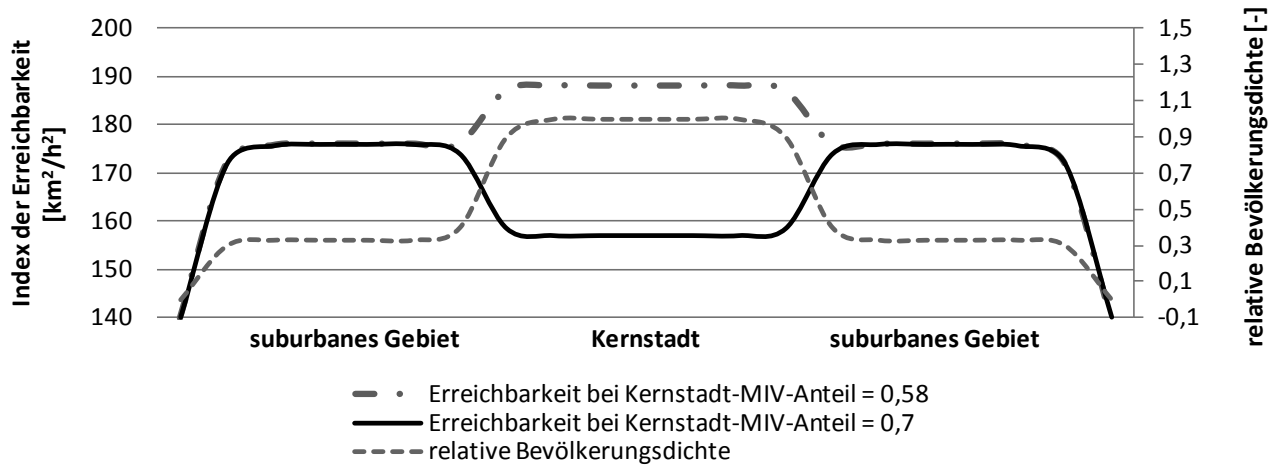
kehrsinfrastruktur. Der Standort-Wettbewerb ist in erster Linie im sekundären Straßennetz zu gewinnen. Ein Verlust an Erreichbarkeit durch Abweichungen von der optimalen Kombination zwischen Modal-Split und Bevölkerungsdichte ist durch zusätzlichen Ausbau der hochrangigen Infrastruktur im bezahlbaren Ausmaß kaum wett zu machen.

### 4. Einfluss der Erreichbarkeit auf die Suburbanisierung

Das Phänomen der Suburbanisierung – zunehmende Ausdehnung von Städten bei gleichzeitig sinkender der Bevölkerungsdichte – dominiert die Stadtentwicklung auch in Westeuropa seit mehr als 50 Jahren. Sollte die Erreichbarkeit tatsächlich, wie vermutet, das wesentliche Qualitätsmerkmal von großstädtischen Regionen sein, dann sollte es möglich sein, aus Veränderungen der Erreichbarkeit Erkenntnisse über Gründe und Verlauf der Suburbanisierung abzuleiten.

Zunächst einige Aussagen, die sich auf Grund von Modellrechnungen zur Erreichbarkeit im sekundären Straßennetz treffen lassen:

- Suburbane Wohngebiete mit einer relativen Dichte von 0,33 könnten bei einem Modalsplit des MIV von 0,96 (= 96%) einen relativen Erreichbarkeitsindex von 176 erreichen.
- Für das Stadtgebiet von Wien ergibt sich derzeit im Durchschnitt ein relativer Erreichbarkeitsindex von 188. Ein Anstieg der Pkw-Personenverkehrsleistung um 10% – entsprechend einem MIV-Anteil von 0,64 – würde diesen Vorsprung aufheben und hier zu einem Absinken der Erreichbarkeit auf das Niveau Auto orientierter suburbaner Wohngebiete führen.
- Ein weiterer Anstieg des MIV-Anteils auf 0,7 würde die Kapazität des Straßennetzes der Kernstadt zu Spitzenzeit-



Quelle: eigene Berechnungen

**Abb. 2.** Erreichbarkeit in suburbanen Gebieten wird höher als in der Kernstadt (Prinzipdarstellung)

en überschreiten und hier den Index der Erreichbarkeit auf 157 sinken lassen.

Unter der Annahme, dass Erreichbarkeit ein wesentliches Kriterium für die Wahl des Wohnortes innerhalb einer großstädtischen Agglomeration ist, liegt eine der Ursachen der Suburbanisierung klar auf der Hand:

- Durch steigende Motorisierung sinkt ab einem bestimmten Motorisierungsgrad im bestehenden, dicht besiedelten Stadtgebiet die Erreichbarkeit.
- Gleichzeitig genießen motorisierte Haushalte ein relativ hohes Erreichbarkeitsniveau in dünner besiedelten suburbanen Gebieten.
- Sobald die Erreichbarkeit suburbaner Gebiete deutlich über jener der Kernstadt liegt, ist für breite Bevölkerungsschichten das Leben in suburbanen Gebieten attraktiver als in der Kernstadt.

Die Verlagerung der Wohnbevölkerung von der Kernstadt ins nahe Umland bedingt wechselseitig auch eine Verlagerung von Orten der Aktivität von Arbeitsplätzen bis zu Freizeitangeboten. Der beschriebene Prozess der Suburbanisierung führt in letzter Konsequenz dazu, dass die Bevölkerungsdichte der Kernstadt auf das Niveau der suburbanen Gebiete absinkt.<sup>4</sup> Bildlich gesprochen: Die Siedlungsstruktur passt sich durch sinkende Dichte dem Platzbedarf des Pkw-Verkehrs an.

#### *Einfluss hochrangiger Verkehrs-Infrastruktur auf die Suburbanisierung*

In der Praxis ist mit einem breiten Spektrum unterschiedlicher Präferenzen der Wohnung Suchenden zu rechnen. Lan-

<sup>4</sup> Suburbanisierung kann sogar zu einer Art „Überschwingen“ führen. Das Gebiet der ehemaligen Kernstadt wird so weit entvölkert, dass eine Ringstadt, die so genannte „donut city“ entsteht.

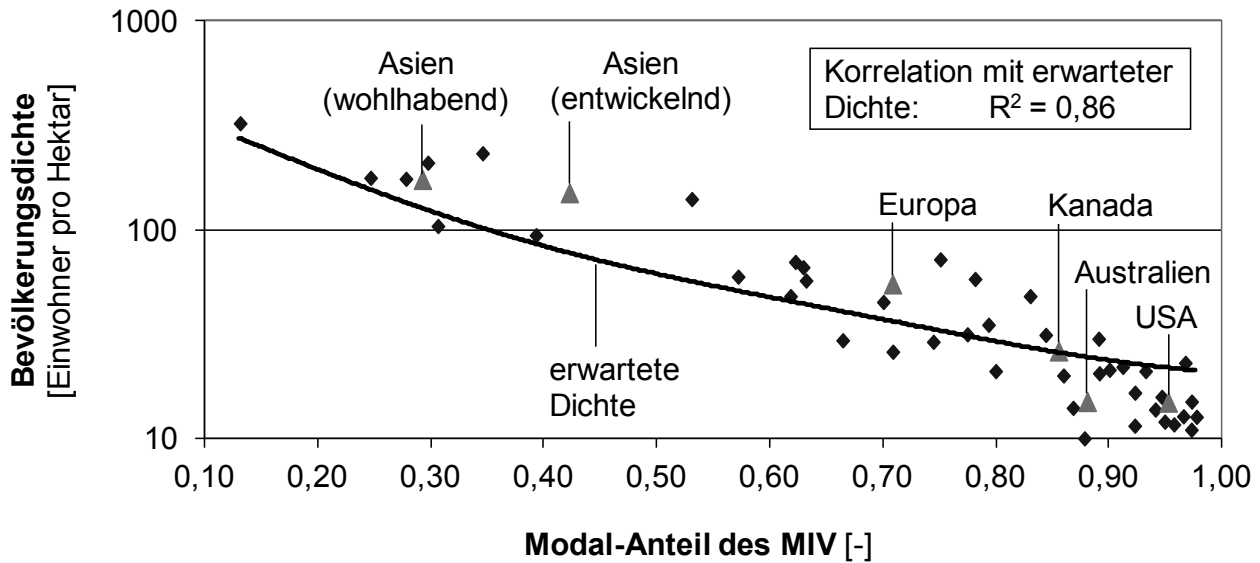
ge bevor es dazu kommt, dass die Erreichbarkeitsverhältnisse zwischen Kernstadt und suburbanen Gebieten zu Gunsten Letzterer „kippen“ gibt es individuelle Vorlieben für das Wohnen am Stadtrand. Zwischen Kernstadt und suburbanen Gebieten kann sich ein mehr oder weniger stabiles Gleichgewicht ausbilden. Die Lage dieses Gleichgewichts wird nicht zuletzt durch die hochrangige Verkehrsinfrastruktur beeinflusst. Verbesserung der Erreichbarkeit durch Autobahnausbau im nahen Stadt-Umland begünstigt Suburbanisierung. U-Bahnen sind dagegen geeignet, die Erreichbarkeit innerhalb der Kernstadt zu verbessern.

## 5. Genereller Zusammenhang von Bevölkerungsdichte und Verkehrsmittelwahl

Wie bereits dargelegt, ließe sich der Mechanismus der Suburbanisierung in großstädtischen Regionen relativ plausibel damit begründen, dass infolge der Motorisierung die Erreichbarkeit auf dem Gebiet der Kernstadt unter jene in suburbanen Gebieten sinkt, wobei Wohnung Suchende tendenziell in jene Gebiete der Großstadt oder Metropolregion ziehen, in denen sie die höhere Erreichbarkeit vorfinden. Kernstädte, deren Dichte über jenem Optimum liegt, das für maximale Erreichbarkeit erforderlich wäre, verlieren so lange Bevölkerung zu Gunsten des nahen Umlandes, bis die Erreichbarkeit auf das Niveau der suburbanen Gebiete gestiegen ist. Ausformuliert lautet die Hypothese folgendermaßen:

*„Durch Suburbanisierung strebt die Bevölkerungsdichte von Großstädten jenem Wert zu, durch den sich die bei gegebenem Modal-Split<sup>5</sup> maximal mögliche Erreichbarkeit ergibt.“*

<sup>5</sup> Aufteilung der Verkehrsleistung zwischen ÖV und IV



Quelle: eigene Berechnungen

**Abb. 3.** Abhängigkeit der Bevölkerungsdichte vom Anteil des MIV an der Verkehrsleistung

In dieser Formulierung sollte die Hypothese jedenfalls zutreffen, so lange weltweit die Tendenz der Verkehrsmittelwahl von Verkehrsmitteln mit geringem Flächenbedarf zum Pkw; dem Verkehrsmittel mit dem höchsten Flächen- bzw. Kapazitätsbedarf, geht.

Die Hypothese könnte anhand von Daten über Bevölkerungsdichte und Modalsplit einer möglichst großen Zahl von Großstädten überprüft werden. Solche Daten aus 46 Großstädten in Europa, Nordamerika, Australien und Asien wurden beispielsweise von Kenworthy (Kenworthy 2005) veröffentlicht.

Die Abbildung 3 zeigt die durchschnittliche Bevölkerungsdichte von 46 Großstädten oder Metropolregionen über dem jeweiligen Modalsplit des Personenverkehrs. Die durchgezogene Linie (nicht zu verwechseln mit einer Ausgleichsfunktion!) stellt jene Bevölkerungsdichte dar, die beim jeweiligen Modalsplit die maximal mögliche Erreichbarkeit ergeben würde. Letzteres ist die auf Grund der Hypothese erwartete Bevölkerungsdichte, die als „Linie maximaler Erreichbarkeit“ auch in Abb. 1 dargestellt ist.

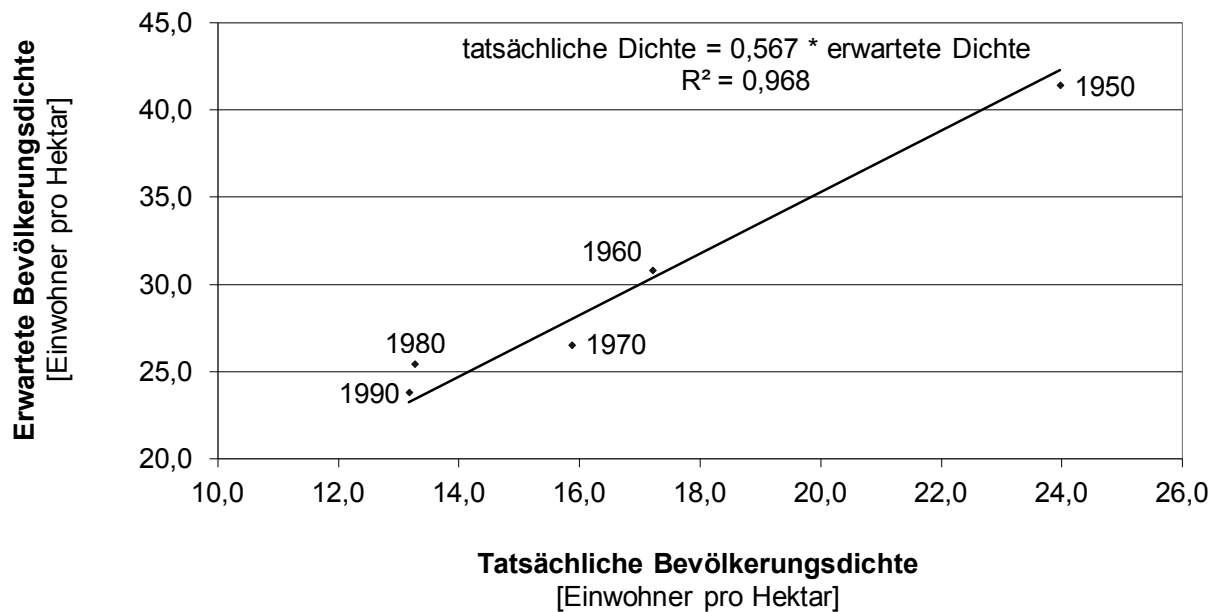
In Anbetracht der Tatsache, dass das verwendete Modell nur auf Daten aus dem sekundären Straßennetz Wiens basiert – also unterschiedliche Qualität der sekundären Netze und Unterschiede beim Einfluss der hochrangigen Netze außer Acht lässt – ist die Korrelation zwischen tatsächlicher und erwarteter Dichte relativ stark. Das Bestimmtheitsmaß beim Vergleich der tatsächlichen mit der erwarteten Dichte liegt bei  $R^2 = 0,85$ . Auffallend ist neben einzelnen „Ausreißern“, dass die Dichten in Nordamerika und Australien fast durchgehend bei nur etwa der Hälfte der erwarteten Dichte liegen. Dafür bietet sich eine Reihe von Erklärungen an. Unter anderem muss die Hypothese für ausgeprägt monozentrische Groß-

städte versagen, weil die unterstellte annähernde Gleichverteilung von Quellen und Zielen hier nicht gegeben ist.<sup>6</sup> Ohne dass dem Beweiskraft zukäme ist es immerhin interessant, dass die Bevölkerungsdichte der klassisch polyzentrischen Metropole Los Angeles nahezu exakt dem erwarteten Wert entspricht. Ein Indiz dafür, dass die Hypothese in modifizierter Form auch auf Metropolregionen der USA anwendbar ist, ergibt sich aus der Zeitreihe des durchschnittlichen Modalsplit und der Dichte der US-Metropolregionen zwischen 1950 und 1990 (je ein Wertepaar pro Jahrzehnt). Der Bestimmtheitsgrad der Korrelation zwischen erwarteter und tatsächlicher Dichte liegt bei 0,97.

### Schlussfolgerung: Die Dichte folgt dem Modalsplit

Auf den Punkt gebracht lautet die Schlussfolgerung aus der Hypothese, dass die Bevölkerungsdichte dem Modalsplit folgt. Die Vermutung, dass umgekehrt auch der Modalsplit von der Bevölkerungsdichte beeinflusst werde, kann und soll damit nicht widerlegt werden. Hohe Bevölkerungsdichte kann unter bestimmten Bedingungen geringere Motorisierung der städtischen Bevölkerung begünstigen. Dies ist jedoch keineswegs zwingend der Fall und vor allem verhindert hohe Dichte nicht, dass aus dem dünner besiedelten nahen und weiteren Umland Pkw-Verkehr in dichter besiedelte Stadtgebiete einströmt. Ein Anteil an Autoverkehr, der über dem für die gegebene Siedlungsdichte optimalen

<sup>6</sup> Die Ziele folgen nicht der Wohnbevölkerung sondern konzentrieren sich typischerweise an wenigen zentral gelegenen Autobahnknoten. Es fehlt damit der Mechanismus, der das Wohnen in dichteren Stadtvierteln „belohnt“



Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Wedell Cox 2007a und 2007b

**Abb. 4.** Zeitreihe der durchschnittlichen Bevölkerungsdichte von US-Metropolregionen

Wert liegt, erzwingt hingegen nahezu unausweichlich ein Absinken der Bevölkerungsdichte. Die Aussage in Richtung der Verkehrspolitik ist daher eindeutig: Es dürfte in jedem Fall unrealistisch sein, zu erwarten, dass Menschen freiwillig in Stadtgebiete mit gesetzlich erzwungener verdichteter Bauweise ziehen (und dann auch noch vom Auto auf den ÖV umsteigen) wenn sie dort nicht zumindest gleiche oder höhere Erreichbarkeitswerte vorfinden, als in dünner besiedelten suburbanen Wohngebieten. Dichte Städte mit kurzen Wegen können weitaus höhere Erreichbarkeit bieten, als ein zersiedeltes Stadt-Umland. Dies gilt allerdings nur dann, wenn dafür gesorgt wird, dass der Anteil des Pkw-Verkehrs am Modalsplit in den Kernstädten optimal ist. Das heißt in der Regel: deutlich niedriger als derzeit. Auf ökonomisch optimale Weise kann dies durch Abbau von Förderungen des Pkw-Verkehrs (etwa durch Änderung der Garagensetze) und durch korrekte Internalisierung externer Kosten des Verkehrs, das sind im Fall des Stadtverkehrs zum weitaus überwiegenden Teil externe Staukosten, erreicht werden.

## Quellenverzeichnis

- Prud'homme R., Lee C. (2001): „Size, Sprawl, Speed and the Efficiency of Cities“, in: Assessing the Benefits of Transport, ECMT, Paris
- Rauh, W. (2008): Einfluss der Verkehrsmittelwahl auf Bevölkerungsdichte und externe Agglomerationseffekte in Großstädten, Dissertation an der TU-Wien
- Schürmann C., Spiekermann K., Wegener M. (1997): Accessibility indicators, Berichte aus dem Institut für Raumplanung 39. Institut für Raumplanung Dortmund
- Socialdata (1995): Mobilität in Wien – Vertiefung und Ergänzung, Band 1: Mobilitätsverhalten nach Bezirksgruppen,
- Wedell Cox Consultancy (2007a), Urban Transport Fact Book - US Urban Personal Vehicle & Public Transport Market Share from 1900, <http://www.publicpurpose.com/ut-usptshare45.htm>, 5.6.2007
- Wedell Cox Consultancy (2007b), Demografia - Urbanization in the United States from 1945, <http://www.demografia.com/db-1945uza.htm>, 5.6.2007