

Zur Erreichbarkeit regional-ökonomischer Zentren: Die Messbarkeit verkehrlicher Anbindungsqualität

Christos Evangelinos und Sebastian Ebert*

“Accessibility... is a slippery notion... one of those common terms that everyone uses until faced with the problem of defining and measuring it” (Gould, 1969)

Einleitung

Die infrastrukturelle Anbindung von Städten oder Regionen innerhalb des gesamten Verkehrsnetzes eines Landes bestimmt nachhaltig, in welchem Maße diese am gesamtwirtschaftlichen Wachstum partizipieren können. Unzureichend vorhandene Verkehrsinfrastruktur führt zu Wohlfahrtseinbußen; Output und Produktivität der Wirtschaft werden entscheidend durch die Akkumulation von Infrastrukturkapital beeinflusst [vgl. ASCHAUER (1989) und LASCHKE (1998)]. Globalisierung und zunehmend überregionaler Wettbewerb stellen folglich nicht nur hohe Anforderungen an die Effektivität von Infrastrukturnetzen in Städten und Regionen, sondern insbesondere auch an deren Anbindungsqualität untereinander [vgl. MARTIN (2007) und VICKERMANN et al. (1999)].

Das Konzept der Erreichbarkeit (engl.: Accessibility) rückt hierbei in den Fokus einer Vielzahl von raum-, regional- und verkehrswissenschaftlichen Forschungszweigen, besonders für Wachstums- und Standortanalysen, zur Auswertung ökonomischer Konsequenzen von Verkehrsinfrastruktur und zum Vergleich von Städten und Regionen. Eine erste und allgemein anerkannte Definition für die Erreichbarkeit lieferten HANSEN (1959) und später WEIBULL (1980), die Erreichbarkeit zunächst als ein „Potential an Möglichkeiten zur Interaktion zwischen zwei Punkten im Raum“ definierten. Übertragen auf das Individuum bedeutet die Erreichbarkeit demnach, inwieweit eine Anzahl ökonomischer und sozialer Möglichkeiten im Raum wahrnehmbar ist. Die Verknüpfung zum Verkehr ergibt sich aus der Überlegung, dass zur Wahrnehmung der Möglichkeiten zunächst der Raum „überwunden“ werden muss, wofür trivialerweise eine entsprechende Infrastruktur vorhanden sein sollte [vgl. HANSEN (1959), HARTWIG et al. (2007)].

In welchem Zusammenhang stehen Infrastruktur und Erreichbarkeit? Führt eine Verbesserung von Infrastruktur zwangsläufig zu einer höheren Erreichbarkeit? Wie kann man Erreichbarkeit adäquat messen?

Der empirisch untermauerte Potenzial- und Vorleistungscharakter von Verkehrsinfrastruktur ist insbesondere seit der Wiedervereinigung 1990 für die neuen Bundesländer von zentraler politischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Der Wachstumsprozess wurde insbesondere durch den massiven Ausbau der in vielerlei Hinsicht mangelhaften Verkehrswege Ostdeutschlands stetig vorangetrieben, in erster Linie im Rahmen der Verkehrsprojekte „Deutsche Einheit“ (vgl. www.bmvbs.de). Trotz der immensen finanziellen Aufwendungen und den damit einhergehenden strukturellen Verbesserungen in den neuen Bundesländern bleibt jedoch die Qualität der Infrastruktur Ostdeutschlands weiterhin Gegenstand der öffentlichen, politischen und wissenschaftlichen Diskussion.

Zur Messung der qualitativen Unterschiede von Verkehrsinfrastruktur – die trotz vorhandener Quantität in Ostdeutschland weiter existieren – gewinnt das Konzept der Erreichbarkeit zunehmend an Bedeutung.

Erreichbarkeitsindikatoren

Seit nunmehr sechs Dekaden wissenschaftlicher Diskussion ist die Zahl von Studien zur Messung von Erreichbarkeit enorm gewachsen. Auf Grund der differierenden Betrachtungsweisen und Ansätze variieren die theoretischen Definitionen und Formen des Begriffes Erreichbarkeit [vgl. RIETVELD und BRUINSMAN (1998)]. Auch ist eine gewisse Diskrepanz zwischen Forschung und Politik wahrnehmbar: Integrale Erreichbarkeitsmodelle mit hoher Datenbasis und hohem Komplexitätsgrad müssen häufig aus Gründen der besseren Kommunizierbarkeit der Anwendung von einfacheren Erreichbarkeitsindikatoren weichen. Eine Vielzahl von Studien arbeitet deshalb mit partiellen, unimodalen Indikatoren.

Nachfolgend sind die in der Literatur am häufigsten genutzten Operationalisierungsformen der Erreichbarkeit angeführt. So weit verfügbar werden beispielhaft Indikatoren aufgeführt, die Aussagen zur Anbindung

* Christos Evangelinos ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Sebastian Ebert ist Diplomand an der Professur für Verkehrswirtschaft und internationale Verkehrspolitik der Technischen Universität Dresden.

ostdeutscher Regionen gestatten. Die Reihenfolge der Indikatoren entspricht der steigenden Komplexität.

Infrastrukturbasierte Indikatoren (infrastructure-based)

Die infrastrukturbasierte Erreichbarkeit [vgl. RIETVELD und BRUNISMA (1998), S. 34 und REGGIANI (1998)] misst die Performance von Transportinfrastruktur („Level of Service“) zum Beispiel anhand von durchschnittlichen Reisezeiten, der absoluten Länge des Autobahnnetzes, Durchschnittsgeschwindigkeiten auf Straße und Schiene, vorgehaltenen Kapazitäten etc. Um interregionale Vergleiche erstellen zu können, werden diese Daten zumeist über die Regionsflächen oder Einwohnerzahlen standardisiert. RIETVELD und BRUNISMA (1998) führen zudem Infrastrukturmerkmale wie Anzahl der Netzanschlüsse (Autobahnanbindung, Flughafenentfernung) oder Anzahl der (Fern-) Verbindungen als quantifizierbare Erreichbarkeitsmerkmale an. Mitunter sind die Ergebnisse dieser Indikatoren im Hinblick auf das Gesamtkonzept der Erreichbarkeit jedoch irreführend: Demnach standen beispielsweise in den neuen Ländern bereits 1998 pro 1 Mill. Fluggästen rund 1.300 m Start- und Landebahnen zur Verfügung (alte Länder rund 500 m), die vorgehaltene Terminalkapazität in Ostdeutschland übertraf die Anzahl der Fluggäste gar um 40 % (Westdeutschland 9 %) [vgl. BEHRING et al. (2000), S. 80]. Den guten Werten für Ostdeutschland fehlen jedoch Aussagen zur Nutzungsintensität oder zu überregionalen Vernetzungsstrukturen. Ebenso werden entscheidende Größen wie z. B. die Attraktivität einer Region gemessen am Bruttoinlandsprodukt (BIP), zu der Infrastrukturverbindungen bestehen, nicht berücksichtigt.

Durchschnittsindikatoren (weighted average travel-based/locational)

Diese Indikatoren erfassen die durchschnittlichen Reisekosten (Distanz, Kosten, Reisezeit) zwischen Ursprungs- und Zielort [vgl. GUTIÉRREZ (1996, 2001)]. Die Zielorte werden zusätzlich nach verschiedenen Kriterien gewichtet, bspw. der Höhe der wirtschaftlichen Wertschöpfung (BIP) oder der Populationshöhe. Die Mehrzahl der Studien verwendet die durchschnittliche Reisezeit als Variable.

Eine Anwendung von durchschnittlichen Reisezeiten findet sich im „Erreichbarkeitsmodell 2007“ des BUNDESAMTES FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (BBR). Abbildung 1 zeigt die bundesweit durchschnittlichen Reisezeiten zum nächsten Oberzentrum in Minuten – mit deutlich schlechteren Werten für Ostdeutschland. Ebenso in Bezug auf Verbindungen zu den wichtigsten Agglomerationszentren Europas, regionalen Anbindung an Mittel-

zentren, bei ICE-Bahnhöfen, Flughäfen und Anschlussstellen von Bundesautobahnen weisen laut BBR-Studie die neuen Bundesländer schlechtere Erreichbarkeitsverhältnisse als die alten Länder (und damit Standortnachteile) auf.

Vorteile dieses Indikators finden sich in der einfachen Interpretier- und Kommunizierbarkeit (z. B. Verkürzung der Reisezeit von Leipzig nach Dresden um 20 min). Nachteile liegen in der Nichtbeachtung der sog. Raumwiderstands- oder Distanzabnahmefunktion, bei der entfernt gelegene Zentren nicht so wichtig wie nahegelegene sind. Zudem mangelt es an der Berücksichtigung verhaltenstheoretischer Komponenten, wie beispielsweise der mikroökonomisch fundierten Verkehrsmittelwahl oder der Reiserouten als Konsequenz von Reisezeitänderungen.

Potenzialindikatoren (economic potential)

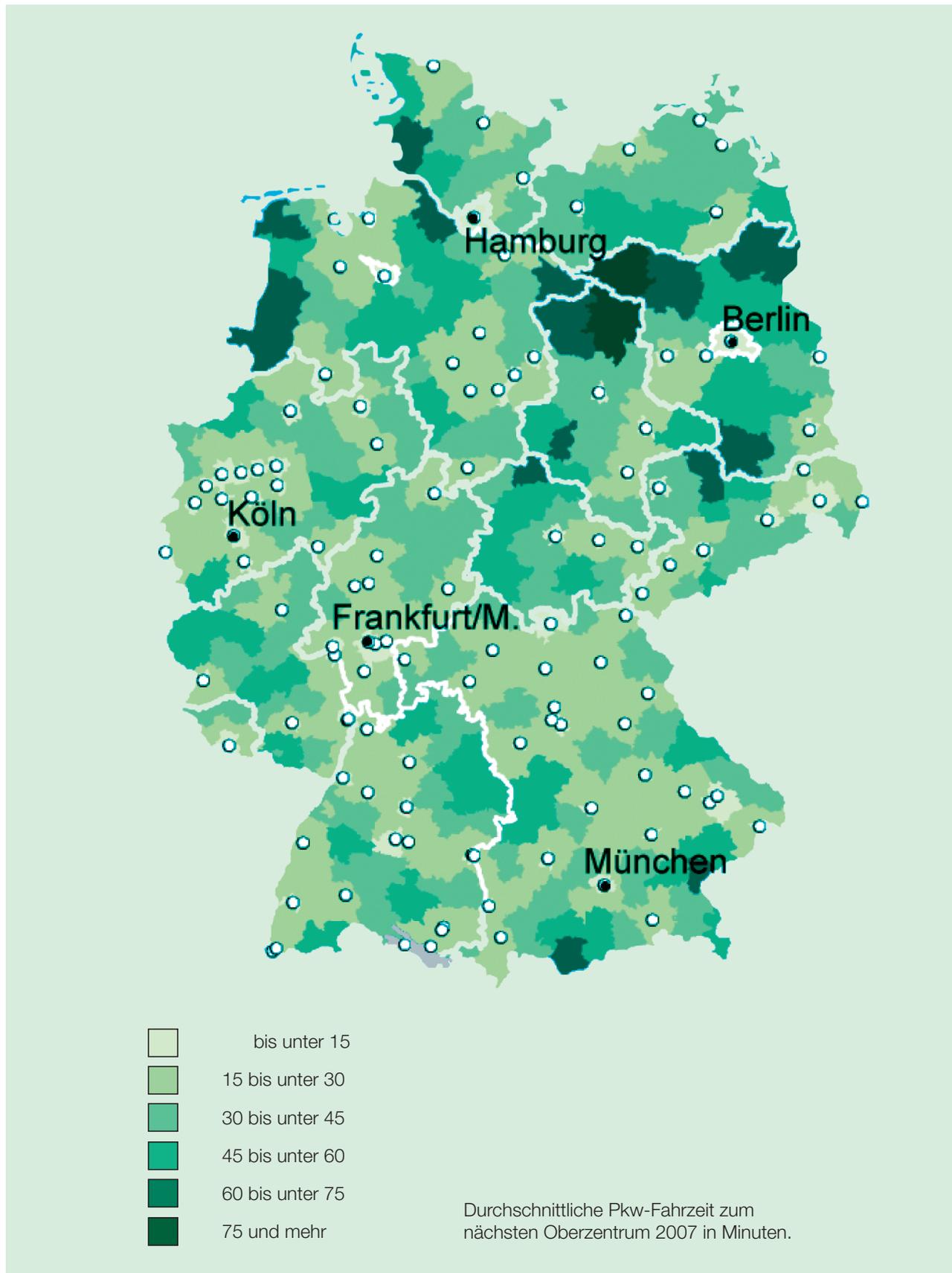
Potenzialindikatoren [vgl. GUTIÉRREZ (1996, 2001)] sind die raumökonomische Interpretation des Newtonschen Gravitationsmodells. Sie berücksichtigen daher, dass jede Region eine Attraktivität hat, die über die reine Entfernung hinaus geht. Dies geschieht in den meisten Fällen mit der Berücksichtigung des lokalen BIP. Insofern kann deren Verwendung dazu führen, dass z. B. Leipzig „näher“ an Dresden liegt als Freiberg, obwohl dies in absoluten Kilometerzahlen nicht der Fall ist. Das Potenzial eines Zielortes wird dabei ins Verhältnis zu den Reisekosten gestellt. Je höher also die Raumüberwindungskosten, desto geringer ist die Attraktivität des Ortes.

Das Modell ist makroskopisch, die Attraktivität des Zielortes bezieht sich demnach immer auf die gesamte Bevölkerung oder die gesamte Wirtschaftsleistung einer Region. Die Bewertung der Attraktivität einer Region mit einer einzigen aggregierten Zahl (Bevölkerung, BIP) spiegelt aber zugleich die Grenzen der Gravitationsmodelle wider.

Kumulationsindikatoren

Ziel dieser Indikatoren ist es, die Anzahl attraktiver Ziele zu messen, die von einem Ursprungsort innerhalb einer bestimmten Zeit (z. B. 240 Minuten) erreichbar sind [vgl. GUTIÉRREZ (1996, 2001) sowie RIETVELD und BRUNISMA (1998), S. 34]. Dabei werden die Ziele typischerweise mit der Einwohnerzahl oder dem lokalen BIP gewichtet. Alle Orte außerhalb dieses Zeitbudgets werden formal nicht berücksichtigt und gelten als unerreichbar. Die häufig verwendete 4-Stunden-Restriktion ist an Geschäftsreisen angelehnt, welche innerhalb eines Tages mit Rückkehr vom Zielort unternommen werden. Eine durch diesen Indikator in Einwohnerzahl ausgedrückte

Abbildung 1: Erreichbarkeit von Oberzentren



Quelle: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2007).

Erreichbarkeit, beschreibt demnach die Möglichkeit, wie viele Einwohner innerhalb eines Tages erreicht werden können.

Auch dieser Indikator ist einfach zu interpretieren, darzustellen und zu kommunizieren, jedoch werden auch hier alle Attraktivitäten gleich gewichtet, ohne individuelle Überlegungen der Nutzer zu berücksichtigen. So erreichen beispielsweise nach dem „Erreichbarkeitsmodell 2007“ des BBR rund 61 % der westdeutschen Bundesbürger innerhalb von 4 Stunden die wichtigsten 41 europäischen Agglomerationszentren, im Osten hingegen nur 27 % (vgl. Abb. 2). Spalte 3 in Tabelle 1 zeigt, dass sich im Vergleich 2003 und 2007 die Erreichbarkeit wichtiger Wirtschaftszentren für Westdeutschland sogar doppelt so gut entwickelt hat wie für Ostdeutschland.

Um ein umfassenderes Bild der Erreichbarkeit von Städten innerhalb Europas zu erhalten, entwickelten MARTIN et al. 2007 einen Syntheseansatz für die oben beschriebenen Partialindikatoren (Durchschnitts-, Potenzial- und Kumulationsindikator). Untersucht wurde die Veränderung der Erreichbarkeitsindikatoren durch High Speed Train (HST)-Investitionen im Rahmen der Trans-European Transport Networks (TEN-Ts) der EUROPÄISCHEN KOMMISSION. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse für deutsche Städte. Auch hier sei auf die schlechte Positionierung ostdeutscher Städte (Leipzig, Dresden) hingewiesen. Ein wichtiger Grund hierfür ist die Randlage dieser Städte. Allerdings sind andere Städte trotz Randlage in Deutschland (Aachen, Kiel, Nürnberg) durchweg besser positioniert. Möglicherweise werden die durch die EU-Osterweiterung in 2004 initiierten Infrastrukturmaßnahmen langfristig einen positiven Einfluss auf die Erreichbarkeit der sächsischen Städte haben [vgl. RÖHL (2000)].

Nutzenbasierte Indikatoren

Den im Hinblick auf individuelle Wahlentscheidungen und verhaltenstheoretische Komponenten oben als unzureichend beschriebenen Erreichbarkeitsindikatoren wird durch die Einbeziehung mikroökonomischer Erkenntnisse und der Anwendung von nutzenbasierten Indikatoren Rechnung getragen [vgl. RIETVELD und BRUINSMA (1998), S. 34, MARTIN (2007) und REGGIANI (1998)]. Diese Indikatoren beschreiben Erreichbarkeit als Ergebnis einer Auswahl aus alternativen Transportmöglichkeiten. Nutzenbasierte Indikatoren beheben die Mängel der infrastrukturbasierten Indikatoren und der Gravitationsindikatoren; sie sind deswegen für volkswirtschaftliche Einschätzungen von Flächennutzungs- oder Transportprojekten von erheblicher Bedeutung. Innerhalb politikorientierter, empirischer Studien kommt die Methode allerdings nur selten zur Anwendung. Grund dafür ist

einerseits der erhebliche Datenbedarf und andererseits die Schwierigkeit, die Ergebnisse außerhalb der Fachdisziplin zu kommunizieren.

Zusammenfassung

Trotz der enormen Investitionen in die ostdeutsche Verkehrsinfrastruktur in den letzten 20 Jahren zeigen die oben angeführten Beispiele, dass bezüglich verkehrlicher Anbindungsqualität weiterhin signifikante Unterschiede zu Westdeutschland bestehen.

Das Konzept der Erreichbarkeit gewinnt hierbei seit geraumer Zeit in theoretischer und praktischer Hinsicht an Bedeutung. Eine Vielzahl von raum- und verkehrswissenschaftlichen Forschungszweigen, aber auch Verkehrs-, Infrastruktur- und Stadtplanung verwenden das Konzept – nicht zuletzt, um Aussagen über die Wirkung von Infrastrukturmaßnahmen zu erhalten bzw. durch Vergleiche von Erreichbarkeitsverhältnissen einen Mangel für bestimmte Regionen aufzuzeigen.

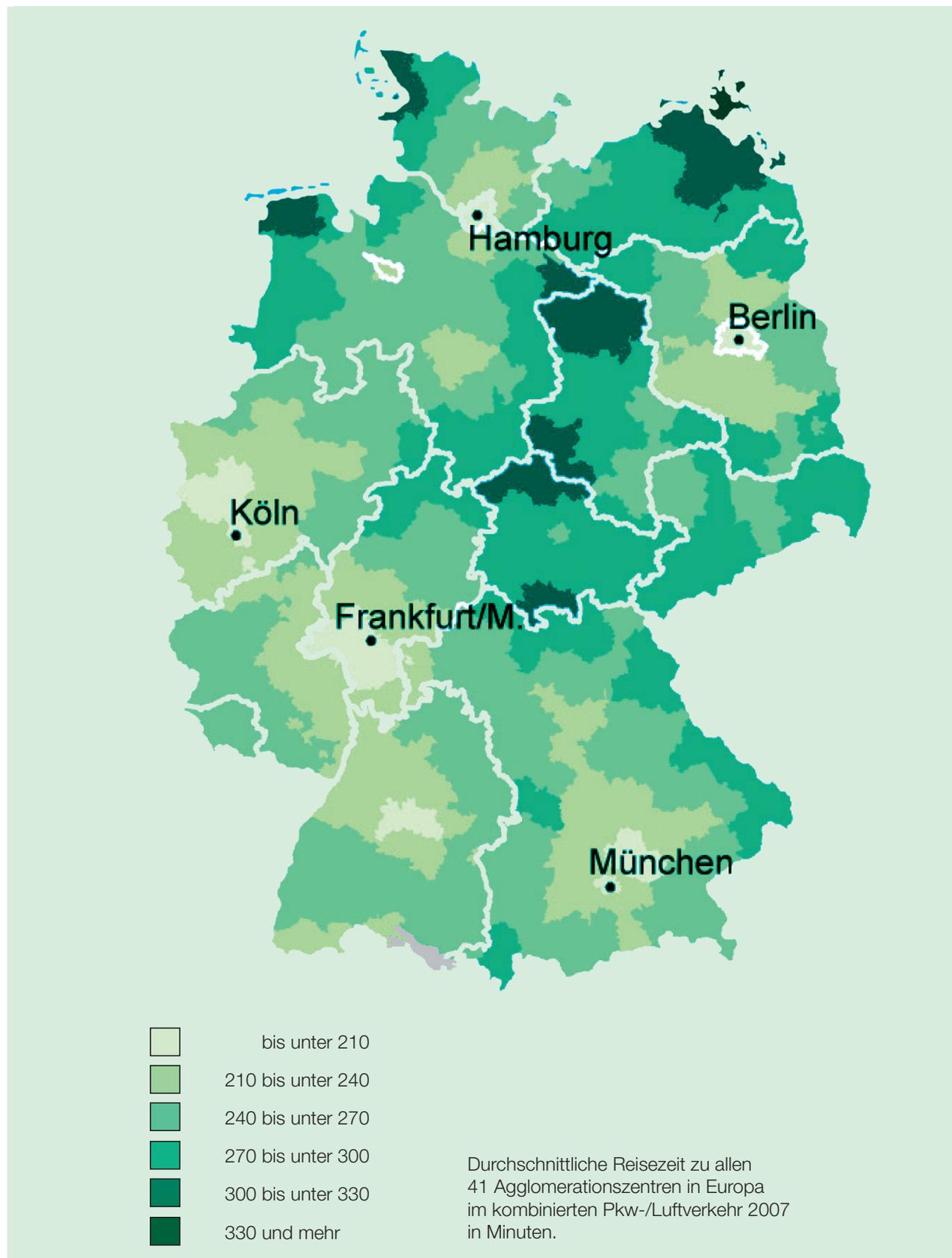
Erreichbarkeit ist jedoch ein Konzept mit mehr als nur einer Komponente. Für eine umfassende und vor allem vergleichende Evaluation des Einflusses von Infrastrukturverbesserungen im Bezug auf Erreichbarkeit bedarf es deswegen der Synthese von Informationen aus den Partialmodellen oder der Anwendung komplexer, verhaltenstheoretischer Wahlmodelle.

Insbesondere für Deutschland fehlt es bislang an einer umfangreichen ökonomischen Beschreibung zum Stand der Erreichbarkeit unserer Regionen. Aus dem oben angedeuteten Ost-West-Gefälle und den daraus abzuleitenden Schlussfolgerungen oder Fragestellungen zu infrastrukturellen Investitionsmaßnahmen ergibt sich ein dringender Forschungsbedarf, einen einheitlichen und vor allem ökonomisch sinnvollen Ansatz zu Bewertung und Vergleich der Erreichbarkeit deutscher Städte und Regionen zu identifizieren. Die so gewonnenen Erkenntnisse können zur langfristigen Steuerung von Infrastrukturinvestitionen beitragen und so regionale Erreichbarkeitsdisparitäten beseitigen.

Literatur

- ASCHAUER, D. A. (1989): Is public expenditure productive? In: *Journal of Monetary Economics*, Jg. 23, H. 2, S. 177–200.
- BRUINSMA, F.; RIETVELD, P. (1998): The accessibility of European cities: Theoretical framework and comparison of approaches. In: *Environment & Planning A*.
- BEHRING, K. et al. (2000). Infrastruktureller Nachholbedarf der neuen Bundesländer. Quantifizierung in ausge-

Abbildung 2: Durchschnittliche Reisezeit zu allen 41 Agglomerationszentren in Europa im kombinierten Pkw-Luftverkehr 2007 (Je dunkler, desto länger die Reisezeit)



Quelle: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2007).

Tabelle 1: Anteil der Bevölkerung (in %), der innerhalb von 240 Minuten die wichtigsten 41 Agglomerationszentren erreicht

	2003	2007	Veränderung
Bund	44	54	23
Alte Bundesländer	49	61	24
Agglomerationsräume	75	87	
Verstädterte Räume	23	36	
Ländliche Räume	6	11	
Neue Bundesländer	24	27	12
Agglomerationsräume	51	56	
Verstädterte Räume	–	–	
Ländliche Räume	–	0,3	

Tabelle 2: Erreichbarkeitsindikatoren für deutsche Städte mit Data Envelopment Analysis (DEA) – Wert von 1 entspricht höchster Erreichbarkeit

1996 (ohne High Speed Train)				2005 (mit High Speed Train)			
Aachen	0,824	Bremen	0,464	Frankfurt	1	Wuppertal	0,632
Köln	0,624	Mannheim	0,455	Wiesbaden-Mainz	1	Bielefeld	0,608
Essen	0,588	Hamburg	0,433	Köln	0,982	Hannover	0,598
Duisburg	0,586	München	0,417	Aachen	0,966	Berlin	0,519
Düsseldorf	0,583	Berlin	0,415	Duisburg	0,951	Bremen	0,505
Bochum	0,571	Karlsruhe	0,408	Düsseldorf	0,951	Nürnberg	0,455
Dortmund	0,560	Nürnberg	0,384	Essen	0,930	München	0,449
Hannover	0,554	Wuppertal	0,361	Bochum	0,924	Hamburg	0,440
Bielefeld	0,540	Augsburg	0,345	Mannheim	0,885	Augsburg	0,405
Frankfurt	0,529	Kiel	0,313	Karlsruhe	0,864	Kiel	0,320
Stuttgart	0,508	Leipzig	0,266	Stuttgart	0,842	Leipzig	0,294
Wiesbaden-Mainz	0,466	Dresden	0,238	Dortmund	0,789	Dresden	0,253

Quelle: Martin et al. (2007).

- wählten Bereichen bis zum Jahr 2005, ifo Dresden Studien 25, München/Dresden.
- GEURS, K. T.; VAN ECK, R. (2001): Accessibility Measures: Review and Applications. Urban Research Center.
- GEURS, K. T.; VAN WEE, B. (2004): Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. In: *Journal of Transport Geography*, Jg. 12, H. 2, S. 127–140.
- GOULD, P. R. (1969): Spatial diffusion. In: Washington, D.C. – Association of American Geographers Resource Paper No. 4, Jg. 1969, No. 4.
- GUTIÉRREZ, J.; GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, G. (1996): The European high-speed train network. Predicted effects on accessibility patterns. In: *Journal of Transport Geography*, Jg. 4, H. 4, S. 227–238.
- GUTIÉRREZ, J. (2001): Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border. In: *Journal of Transport Geography*, Jg. 9, H. 4, S. 229–242.
- HANSEN, W. G. (1959): How Accessibility Shapes Land Use. In: *Journal of the American Institute of Planners*, Jg. 25, H. 2, S. 73–76.
- LASCHKE, B. (1998): Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur begünstigen die Wirtschaftsansiedlung in Ostdeutschland. In: *Raumforschung und Raumordnung*, Jg. 56, H. 5, S. 406–413.
- MARTÍN, J. C.; GUTIÉRREZ, J. (2004): Data Envelopment Analysis (DEA) Index to Measure the Accessibility Impacts of New Infrastructure Investments: The Case of the High-speed Train Corridor Madrid-Barcelona-French Border. In: *Regional Studies*, Jg. 38, H. 6, S. 697–712.
- MARTÍN, J. C.; REGGIANI, A. (2007): Recent Methodological Developments to Measure Spatial Interaction: Synthetic Accessibility Indices Applied to High-speed Train Investments. In: *Transport Reviews*.
- RIETVELD, P.; BRUINSMA, F. R. (1998): Is transport infrastructure effective? Transport infrastructure and accessibility : impacts on the space economy ; with 99 tables. Springer, Berlin (Advances in spatial science).
- RÖHL, K.-H. (2000): Der Aufbau der ostdeutschen Infrastruktur und sein Beitrag zur wirtschaftlichen Entwicklung in Sachsen. In: *Diskussionsbeiträge aus dem Institut für Wirtschaft und Verkehr*, Nr. 2/2000.
- SICHELSCHMIDT, H. (2003): Zur Frage einer Infrastrukturlücke Ostdeutschlands gegenüber Westdeutschland. In: *Kieler Arbeitspapier*, Bd. 1175.
- VICKERMAN, R.; SPIEKERMANN, K.; WEGENER, M. (1999): Accessibility and Economic Development in Europe. In: *Regional Studies*, Jg. 33, H. 1, S. 1–15.
- WILSON, A. G. (1967): A statistical theory of spatial distribution models. In: *Transportation Research*, Jg. 1, S. 253–269.