

Mobiles Leben

Festschrift für Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller



Institut für Verkehrswesen (Hrsg.)

Mobiles Leben

Festschrift für Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller

Mobiles Leben

Festschrift für Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller

Institut für Verkehrswesen
(Hrsg.)



universitätsverlag karlsruhe

Titelbildgestaltung: Iliana Lüdi

Impressum

Universitätsverlag Karlsruhe
c/o Universitätsbibliothek
Straße am Forum 2
D-76131 Karlsruhe
www.uvka.de



Dieses Werk ist unter folgender Creative Commons-Lizenz
lizenziert: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/>

Universitätsverlag Karlsruhe 2009
Print on Demand

ISBN: 978-3-86644-354-9

Vorwort

Mit dieser Festschrift würdigen Schüler, Mitarbeiter und Wegbegleiter Herrn Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller anlässlich seiner Verabschiedung als Leiter des Instituts für Verkehrswesen an der Universität Karlsruhe. 2009 geht eine Ära zu Ende, während welcher er in der verkehrswissenschaftlichen Forschung und Praxis maßgebliche Impulse setzte. In dieser Zeit verschaffte er dem Institut für Verkehrswesen ein eigenes, auch international wahrgenommenes Profil und prägte darüber hinaus unsere akademische Ausbildung.

Dirk Zumkellers Weg führte über Zwischenstationen in Koblenz, Düsseldorf und München sowie Projekte in Europa, Asien und Nordamerika an die Universität Karlsruhe, wo er im Jahr 1991 die Leitung des Instituts für Verkehrswesen übernahm. Viele von uns erlebten Dirk Zumkeller zuerst in seinen Vorlesungen. Diese hoben sich wohltuend von den anderen Veranstaltungen im Ingenieurstudium an einer Technischen Universität ab: Hier war ein Dozent, der über den Tellerrand seines Fachgebiets hinaus blickt und den Bau von Infrastruktur in einen gesellschaftlichen Zusammenhang stellt. Dabei trug er in treffender Sprache und mit häufig süffisant-skeptischen Zwischentönen vor. Nicht jeder Zuhörer verstand die kritischen Fragen, die sich hinter manchen Anekdoten verbargen – jedoch war bei den anderen ein Schmunzeln zu sehen und das Interesse geweckt. So begann oftmals die verkehrswissenschaftliche Karriere von interessierten Studierenden unterschiedlicher Fachdisziplinen. Einige von ihnen blieben nach Abschluss des Studiums dem Institut treu und fanden dort in Dirk Zumkeller einen herausragenden Mentor.

Für Dirk Zumkeller steht der Brückenschlag zwischen wissenschaftlicher Theorie und praktischer Anwendung im Mittelpunkt der Ausbildung seiner Studenten und Doktoranden. Er ist für Grundsatzfragen und theoretische Diskussionen offen – gleichwohl verliert er nie die Ingenieurspraxis aus dem Blick. Besonders seine Aufforderung, „ins Netz zu gehen“, hilft oftmals gerade dann weiter, wenn man sich einmal mehr in theoretischen Fragestellungen verfangen hat. Seine hintergründigen pädagogischen Methoden umfassen dabei zeitgemäß weniger Zuckerbrot und Peitsche als vielmehr lange Leine und Jahrgangswein: Erfolgreiche Doktoranden erhalten traditionell eine Flasche Bordeaux aus dem Jahr des Beginns ihrer Tätigkeit am Institut.

Als kleine, interdisziplinäre Gemeinschaft werden seine Mitarbeiter am Institut für Verkehrswesen mit spannenden Fragestellungen belohnt, die weit über das klassische Bauingenieurwesen hinausgehen: Wo sonst passt sich die Last der Konstruktion an, wenn nicht beim Verkehr, wo so manches Angebot sich seine Nachfrage erst schafft? Dies hatte auch der junge Zivilingenieur Zumkeller erkannt und sich nach anfänglichen Verirrungen in die Welt des konstruktiven Ingenieurbaus den wahrhaft spannenden Aufgaben zugewandt.

Dirk Zumkeller zeichnet eine kritische Distanz zu den Paradigmen der Verkehrswissenschaft aus, ebenso wie zu neuen Entwicklungen – auch wenn sie ihn selbst begeistern. So ist er immer ein Anhänger gesunden Menschenverstands in der Planung geblieben und begegnet

technikverliebten Ansätzen mit Skepsis. Diese kommt am besten zum Ausdruck, wenn er wieder einmal freudig darüber berichtet, wie er sein Highend-Navigationsgerät bei einem Fehler überführen konnte.

Es gelingt Dirk Zumkeller, Augenmaß zu bewahren und sich nicht hinreißen zu lassen, selbst wenn er sich mit Energie für etwas einsetzt. Der Erfolg seines kontinuierlichen Einsatzes gepaart mit Weitblick zeigt sich nirgends besser als beim Deutschen Mobilitätspanel: Das von ihm maßgeblich beförderte Projekt wäre ohne ihn kaum eine solche Erfolgsgeschichte und die am längsten währende Panelerhebung zum Mobilitätsverhalten weltweit geworden.

Zu kritischer Distanz und der Eigenschaft, Paradigmen zu hinterfragen, gesellt sich bei Dirk Zumkeller der Wille, seine Erkenntnisse und Überzeugungen auch gegen den wissenschaftlichen Mainstream zu vertreten. Unter seiner Leitung erkannte das Team am Institut für Verkehrswesen früh die Anzeichen für deutliche Brems Spuren in der Verkehrsnachfrage, nachdem die Verkehrsleistung jahrzehntelang gewachsen war. Er scheute sich nicht, die Botschaft von der Stagnation der Verkehrsnachfrage zu verbreiten, die zunächst unerwartet und un bequem war, zehn Jahre später jedoch allgemein anerkannt ist. Gleichzeitig bemühte er sich selbst nach Kräften, mit vielen Verkehrsmitteln mobil zu sein, um das drohende Schicksal einer Stagnation der Personenverkehrsleistung abzuwenden.

Dirk Zumkellers wissenschaftliches Interesse gilt insbesondere dem Verstehen und Abbilden von Prozessen auf der Ebene des einzelnen Verkehrsteilnehmers, den sich daraus ergebenden kollektiven Veränderungen und den Konsequenzen für die Gestaltung des Verkehrssystems. Da althergebrachte, schlaglichtartige Momentaufnahmen für das Verständnis von Zusammenhängen meist ungeeignet sind, machte er sich mit dem Deutschen Mobilitätspanel im Gepäck auf, die Botschaft vom segensreichen zeitlichen Längsschnitt zu verbreiten. Wie tief diese Einsicht bei ihm verankert ist, zeigt sich auch im Privaten: Mit der kontinuierlichen Sammlung erlesener Tropfen aus einem Untersuchungsgebiet im Südwesten Frankreichs leistet Dirk Zumkeller unermüdliche Forschungsarbeit in Sachen Längsschnitt.

Wir als Doktoranden und Mitarbeiter des Instituts für Verkehrswesen hatten das Glück, sowohl an Dirk Zumkellers wissenschaftlichen Visionen als auch hin und wieder an den Schätzen seines Weinkellers partizipieren zu dürfen. Mit dieser Festschrift danken wir dafür, dass wir in ihm einen Mentor hatten, der uns begleitet und gefördert hat und in vielen Dingen ein Vorbild ist.

Die vorliegenden Beiträge überdecken eine Bandbreite unterschiedlicher Themen, die Ausdruck von der Reichweite des Wirkens von Dirk Zumkeller geben. Sie wurden nicht nur von seinen Schülern geschrieben, auch andere Wegbegleiter aus unterschiedlichen Phasen seiner akademischen und praktischen Arbeit haben an dieser Festschrift mitgewirkt. Auch bei ihnen bedanken wir uns herzlich für ihre Beteiligung.

Die Doktoranden und Mitarbeiter des Instituts für Verkehrswesen
Karlsruhe, im Frühjahr 2009

Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller

Lebenslauf:

1964	Abitur
1970	Diplom-Bauingenieur, TU München
1970 – 1971	Statik-Ingenieurbüro Dr. Grüb, München
1971 – 1980	F.H. Kocks KG / Kocks Consult GmbH zunächst Projektingenieur, später Leitung der Hauptabteilung Raum und Verkehr
1980	Beginn der selbstständigen Tätigkeit
1982 – 1985	Intraplan Consult GmbH, Gesellschafter und Geschäftsführer
1985	INOVAPLAN GmbH, Gesellschafter und Geschäftsführer
1988	Promotion
1991	Berufung an die Universität (TH) Karlsruhe, Institut für Verkehrswesen (Nachfolge von Prof. Leutzbach)



Mitgliedschaften & Funktionen:

DVWG: Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e.V., Bergisch Gladbach

ESF: European Science Foundation, Strasbourg Nectar Group 3

FGSV: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, Forschungsbeirat, Ausschussleiter AA 1.2 Erhebung und Prognose des Verkehrs

GfR: Gesellschaft für Regionalforschung e. V., Münster (deutschsprachige Gruppe der Regional Science Association)

PTRC: The Planning and Transportation Research and Computation International Association, Education and Research Services, London, Advisory Board (9/91), Transportation Planning Methods Committee (4/92)

TRB: Transportation Research Board, Washington D. C.

VSVI: Vereinigung der Straßen- und Verkehrsingenieure e. V.

ARL: Akademie für Raumordnung und Landesplanung

COST-Aktion 355 (Changing behaviour towards a more sustainable transport system), Leiter der WG 4.

ISCTSC: International Steering Committee for Travel Survey Conferences

Inhalt

Bastian Chblond

Mobilitätsforschung am Institut für Verkehrswesen im Längsschnitt 1991 – 2009
– die Ära Zumkeller – 10

Tobias Kubnimbhof und Stephan Schnittger

Der Längsschnitt: Eine neue Dimension in der mikroskopischen Verkehrs-
modellierung eröffnet neue Möglichkeiten 32

Oliver Lüpps

Das Deutsche Mobilitätspanel –
Was kann es von sozialwissenschaftlichen Panelerhebungen lernen? 50

Eckhard Kutter

Missverständnisse durch „individualisierung“ der Modelle zur Verkehrsnachfrage 66

Martin Kagerbauer und Wilko Manz

Anforderungen an Mobilitätsdaten aufgrund heterogener Entwicklung der
Verkehrsnachfrage 84

Detlef Kammeier

The Key Role of Transport in Managing Spatial Growth and Change:
A Personal Review, 1968-2008 102

Gerd Sammer

Welche Rolle spielt der Informations- und Wissensstand über Verkehrsmittel-
alternativen bei der Verkehrsmittelwahl? 118

Dirk Vallée

Handlungsfelder und -erfordernisse für die Regionalplanung im Zeichen des
demografischen Wandels 136

Uwe Kunert

Die Rolle der bundesweiten Mobilitätserhebungen im Datenbedarf für die
Verkehrsforschung und Gedanken zu einer institutionellen Stärkung 148

Bastian Chlond
Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe

Mobilitätsforschung am Institut für Verkehrswesen im Längsschnitt 1991 – 2009 – die Ära Zumkeller–

Vorwort

Der Vorgänger von Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller und Gründer des Instituts für Verkehrswesen, Prof. em. Dr.-Ing. Dr. eh. Wilhelm Leutzbach, hatte vor ca. 10 Jahren eine Geschichte des Instituts verfasst (Leutzbach, 1996), welche – naheliegend – die Zeit des Instituts unter seiner Leitung behandelte. Damit endete diese Geschichte mit dem Wintersemester 1990/91 und dem Manuskript der Abschiedsvorlesung von Herrn Leutzbach (Februar 1991).

Institutionen haben manchmal Archive, aber trotzdem kein „Gedächtnis“, weil die involvierten Personen wechseln. Und wenn diese Personen ausscheiden – wie der Anlass zeigt – geht „Wissen“ verloren. Deshalb soll die Gelegenheit genutzt werden, die zentralen Entwicklungen in der Forschung und wissenschaftlichen Arbeiten am Institut für Verkehrswesen unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller seit 1991 - 2009 in ihrem Zusammenhang zu dokumentieren. Damit soll verdeutlicht werden, welche Entwicklungen bis heute fort dauern, aber auch welche Möglichkeiten für die Anwendung der Forschungsergebnisse in der Zukunft bestehen, was heißen soll: Wie wirken die Forschungsarbeiten am Institut unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller nach?

Übernahme von Projekten aus der Vergangenheit – Die Richtung wird vorgegeben

Der erste Abschnitt der Institutsforschung unter der Leitung von Dirk Zumkeller war nahe-
liegenderweise eine Zeit des Übergangs. Zunächst einmal war ein Teil des Personals ohnehin
noch da, zum Teil noch mit Projekten befasst, die aus der Zeit unter Leitung des Instituts
durch Herrn Prof. Leutzbach zum Abschluss gebracht werden sollten. Diese Projekte waren
in ihrer Ausrichtung und Zweckbestimmung – aus der damaligen Tradition des Instituts he-
raus – eher von grundsätzlichen Fragen der Modellierung von Verkehrsabläufen und Fragen
der Leistungsfähigkeit des Verkehrssystems geprägt. Diese Arbeiten wurden bis zu seinem
Ausscheiden (Sommer 1997) durch Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Wiedemann betreut.
Diese Themen sollen hier nicht weiter vertieft werden.

Allerdings wandelten sich die Forschungsinhalte in den letzten Jahren auch an einem originär
eher verkehrstechnisch geprägten Institut: Außerdem war offensichtlich die Berufung des
Nachfolgers in Person von Herrn Dr. Zumkeller schon seit geraumer Zeit kein Geheimnis¹,
so wurde es möglich, bereits Projekte auf den Weg zu bringen, an welchen Herr Zumkeller
von vornherein beteiligt war – damals jedoch noch als außenstehender Projektpartner.

Im Projekt EUROTOPP (gefördert durch die Europäische Kommission im damaligen For-
schungsrahmenprogramm DRIVE) wurde der Versuch unternommen, das damalige Wissen
und die damaligen Möglichkeiten der mikroskopischen Verkehrsnachfragesimulation in ei-
nem Projekt zu integrieren. Dieses Projekt passte in die Zeit von vor zwanzig Jahren da sei-
nerzeit in DRIVE insbesondere die Möglichkeiten von RTI (= Road Transport Informatics)
als neues Allheilmittel zur Verbesserung der Effizienz des Verkehrssystems und damit zur
Lösung von Verkehrssicherheits- und Umweltproblemen angesehen wurde.

Neben dem Institut für Verkehrswesen war das Ingenieurbüro INOVAPLAN unter ge-
schäftsführender Leitung von Herrn Zumkeller am Projekt beteiligt (Laufzeitbeginn des Pro-
jektes 01.12.1988). Hier flossen die spezifischen Vorarbeiten in der mikroskopischen Ver-
kehrsnachfragemodellierung ein (Zumkeller, Ein sozialökologisches Verkehrsmodell zur
Simulation von Maßnahmewirkungen, 1989).

Dieses Projekt war sehr ambitioniert – gerade im Hinblick auf die gesetzten Ziele und An-
wendungsmöglichkeiten des Modells. Explizite Zielvorgaben waren:

- Abbildung der Wirkungen von Information auf das Nutzerverhalten
- Berücksichtigung dynamischer Anpassungen des Verhaltens („Prozesse“) anstelle ei-
nes statischen Gleichgewichts
- die Berücksichtigung der Forschungsergebnisse bezüglich der aktivitätenorientierten
Verkehrsverhaltensforschung

¹ Dem Autor gegenüber fiel der Name „Zumkeller“ im Zusammenhang mit der Nachfolge Leutzbach bereits zum
Jahresende 1988.

Zentrale Idee des Eurotopp-Konzepts war damit auch der „Längsschnitt“: Die Personen im Modell sollten einen Lebenszyklus durchleben, welcher von der Geburt, Heirat, Scheidung bis zum Tod reichte, aber auch sogenannte „Lebensstilwahlentscheidungen“ beinhaltete wie den Führerscheinwerb, die An- oder Abschaffung eines Pkw, die Wohnstandortwahl bzw. Wahl des Arbeitsortes (siehe Abbildung). Diese längsschnittorientierten Elemente wurden zwar alle in der Konzeption (z.B. in der Form von Übergangsmatrizen), nicht zwangsläufig auch in der Implementierung vorgesehen.

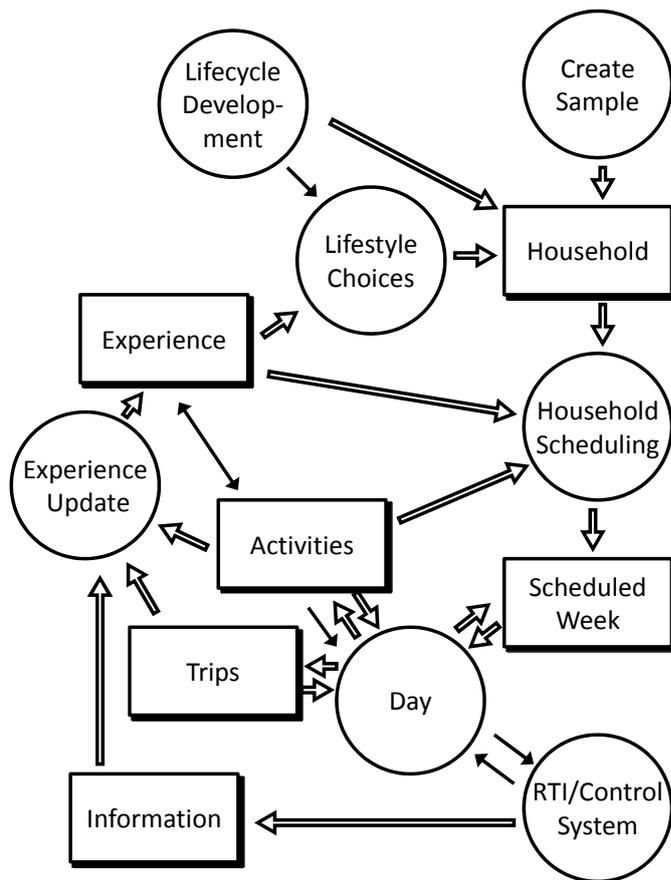


Abbildung 1: Längsschnittelemente des Verhaltens und der Modellierung im Datenmodell zu EUROTOPP (Axhausen, et al., 1991)

Zweites Längsschnittelement war die „Lernfähigkeit“ der modellierten Personen: Gerade die (dynamische) Verkehrsinformation sollte diese Personen ihre Entscheidungen von Tag zu Tag revidierbar machen lassen. Dieses Modell war als das Flaggschiff des IfV geplant. In Folge wurde nach dem Übernahme der Institutsleitung durch jetzt Herrn Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller zunächst das Projekt zum Abschluss gebracht (zumindest aus dem Blickwinkel der EU). Dennoch liefen noch geraume Zeit weitere Arbeiten an dem Modell, die zum einen in Richtung einer prinzipiellen Lauffähigkeit (!) und einer Verbesserung und Verschlinkung der Algorithmik liefen, zum anderen die doch recht abstrakten Datenstrukturen mit Inhalten füllten. So wurde das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung mit den Daten der mittlerweile vorliegenden Erhebungen der KONTIV 1989 gefüllt – mit all den resultierenden Konsequenzen (siehe Kapitel „Modelle benötigen Daten – Das Deutsche Mobilitätspanel und Derivate“).

Leider waren diese Daten auch nicht unbedingt geeignet, das „längsschnitorientierte“ Konzept mit Inhalt zu füllen. Ein gewisse Diskrepanz bestand weiterhin zwischen dem Anspruch und der Implementierung des Modells auf der einen Seite und den real zu Beginn der 90er vorhandenen Rechenmöglichkeiten auf der anderen.

Anwendung fand das Modellkonzept im Projekt SCOPE-VICTORIA für Köln. Hier wurde explizit die Nutzung von Information auf die Beeinflussung des Verhaltens modelliert (Schwarzmann, 1995).

Nicht zuletzt aufgrund fehlender Datengrundlagen war das Modell von der Idee her der Zeit doch den einen oder anderen Schritt voraus, an dieser Stelle war offensichtlich, dass noch Baustellen existierten, aber damit war die Richtung vorgegeben.

Modelle benötigen Daten – Das Deutsche Mobilitätspanel und Derivate

Vorgeschichte

Nicht nur für die Entwicklung von Verkehrsplanungsmodellen, sondern generell auch für wissenschaftliche Arbeiten, die sich mit Verkehrsverhalten oder der Planung von Infrastruktur befassen, ist eine empirische Fundierung vonnöten.

Aus der langjährigen Kooperation in und mit der FGSV und hier mit dem Arbeitsausschuss 1.11 (heute 1.2)² „Erhebung und Prognose des Verkehrs“ der Forschungsgesellschaft für das Straßen und Verkehrswesen (FGSV) unter der langjährigen Leitung von Herrn Prof. Wer-muth, Braunschweig, wurde schon frühzeitig die aktivitätenorientierte Erhebung des Mobili-tätsverhaltens propagiert. Das darauf basierende, als Begriff in der Welt bekannte KONTIV-Design wurde bereits in den 70ern im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums entwickelt. Insbesondere an der Arbeit mit den Daten und an der Vorbereitung und Auswertung der KONTIV 1982 war auch Herr Zumkeller beteiligt (Zumkeller, Brög, Herry, & Schwertner, 1984). Die grundsätzliche Idee, für Messungen der Verkehrsnachfrage und des Verkehrsverhaltens ein weitestgehend unverändertes Konzept zu verwenden, wurde jedoch bei der zwei-ten Wiederholung im Jahre 1989 torpediert³. Die KONTIV 1989 war sowohl für wissen-schaftliche wie auch praktischen Arbeit für Politik und Planung nicht verwendbar.

Das Deutsche Mobilitätspanel (MOP)

Bereits während die KONTIV 1989 im Feld war, wurde aus dem AA 1.11 der FGSV die Ar-gumentation entwickelt (Herren Axhausen, Zumkeller, Grevsmähl u.a.), dass in den beste-henden Formen der Querschnitterhebungen zu wenig Informationen über Prozesse und Entwicklungen vorliegen – gerade auch in der intrapersonellen Perspektive. Hier spielte si-cherlich die parallel laufende Entwicklung des EUROTOPP-Modells eine Rolle.

² Diesen Ausschuss leitet Herr Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller seit Frühjahr 2004.

³ Unglücklicherweise wurde die Feldarbeit 1989 an den Anbieter vergeben, der zwar den günstigsten Preis genannt hatte, aber nicht das beste Angebot gemacht hatte. Eine Replikation des Stichprobendesigns war unmöglich.

In gemeinschaftlicher Anstrengung der FGSV und des Bundesverkehrsministeriums in der Person von Herrn Dr. Grevsmühl wurde Anfang der 90er die Idee geboren, die Möglichkeiten sogenannter „Panelerhebungen“ zu prüfen, da andernorts ein solches Design mehr oder weniger erfolgreich angewendet wurde, und natürlich aufgrund der erheblichen Defizite der KONTIV 1989.

Als Bearbeiter des Forschungsprojektes kamen damit eigentlich auch nur die betreffenden Mitglieder des AA 1.11 infrage. Folglich erging 1992 der Auftrag am Herrn Zumkeller (INOVAPLAN). Jedoch wurden wesentliche Arbeiten im Rahmen des Projektes am und durch das IfV vorbereitet und 1994 zum Abschluss gebracht (Zumkeller, Blechinger, Chlond, Seitz, Axhausen, & van Maanen, 1992). Im Gutachten wurden zum einen die Möglichkeiten einer Paneluntersuchung aufgezeigt, zum anderen wurde ein Konzept entwickelt, welches die methodischen Probleme anderer Paneluntersuchungen in wesentlichen Teilen kompensiert.

Auf der Grundlage dieses Gutachtens wurde im Jahr 1994/1995 zunächst auf einer kleinen Stichprobe fußend eine solche Erhebung mit den folgend aufgeführten Eigenschaften implementiert:

- Berichte des Mobilitätsverhaltens von ganzen Haushalten über den Verlauf einer Woche in einem Tagebuch
- Wiederholte Teilnahme im Folgejahr, Entlassung des Probanden nach dreimaliger Teilnahme.
- Zusätzlich Erfassung bei Pkw-besitzenden Haushalten von Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch.

Die Nutzung der von verschiedenen Marktforschungsunternehmen erhobenen Daten erfolgte zunächst, um dem Ministerium Informationen über die Verkehrsnachfrageentwicklung zur Verfügung stellen zu können. Bei der Analyse standen zunächst methodische Frage der Reliabilität des Erhebungsdesigns, der Identifizierung und Kompensation etwaiger Methodeneffekte etc. im Vordergrund. Gerade auch in diesem Bereich zeigte sich die Stärke des entwickelten Konzepts: Fehler sind hier einfacher zu identifizieren als bei Erhebungen, bei denen pro Proband weniger Information vorliegen. Im Rahmen einer vom BMVBW finanzierten speziellen Selektivitätsstudie, konnten grundsätzliche Fragen der selektiven Teilnahme bestimmter Personenkreise bei Erhebungen zum Mobilitätsverhalten geklärt werden (Zumkeller, Chlond, Kuhnimhof, & Manz, 2003).

Aus heutiger Sicht (mit dem Rückblick auf mittlerweile gut 1,5 Jahrzehnte Panelgeschichte) ist zu konstatieren: Das MOP ist die Verkehrserhebung, die es mit einem weitestgehend unveränderten Design ermöglicht, die Prozesse und Entwicklungen von mittlerweile 15 Jahren zu dokumentieren. Damit stellt dieses Erhebungsdesign weltweit eine Ausnahmeerscheinung dar. Zwar gibt es Panels mit einer längeren Gesamtlebensdauer (Puget Sound, Seattle USA), jedoch wurde bei diesen anderen Erhebungen das Design mehrfach verändert, oder aber es wurden zwischenzeitlich Pausen eingeschoben.

Die Stärke des Panels liegt in dessen „Universalität“. Es misst die Verkehrsnachfrage am Puls der Zeit. Mit diesen Daten wird alljährlich dem BMVBW über die Situation der Nachfrage berichtet. Ergebnisse hierfür liegen immerhin bereits im April des der Erhebung folgenden Jahres vor. Durch den zweifachen Längsschnittansatz (Längsschnitt über 7 Tage sowie durch die Wiederholung in jährlichen Abständen eines Großteils der Stichprobe) bestanden gänzlich neue Möglichkeiten, Verständnis über Prozesse und Zusammenhänge zu gewinnen.

Das MOP am IfV

Im Hinblick auf das Panel verfügt das IfV immer noch über einen erheblichen Know-How-Vorsprung – sowohl in Bezug auf die Erhebung aber eben auch die Interpretation und Nutzung der Daten. Der Grund hierfür dürfte aus heutiger Sicht vor allem darin zu suchen sein, dass es schon relativ frühzeitig gelungen war, die komplexen Verhaltensdaten zu visualisieren. Über diese Visualisierung wurden Ideen generiert, die sich in der Nutzung der Daten für diverse Forschungsarbeiten und Diplomarbeiten genutzt werden konnten. Mittlerweile existiert für diese Visualisierung die 4. Implementierung!

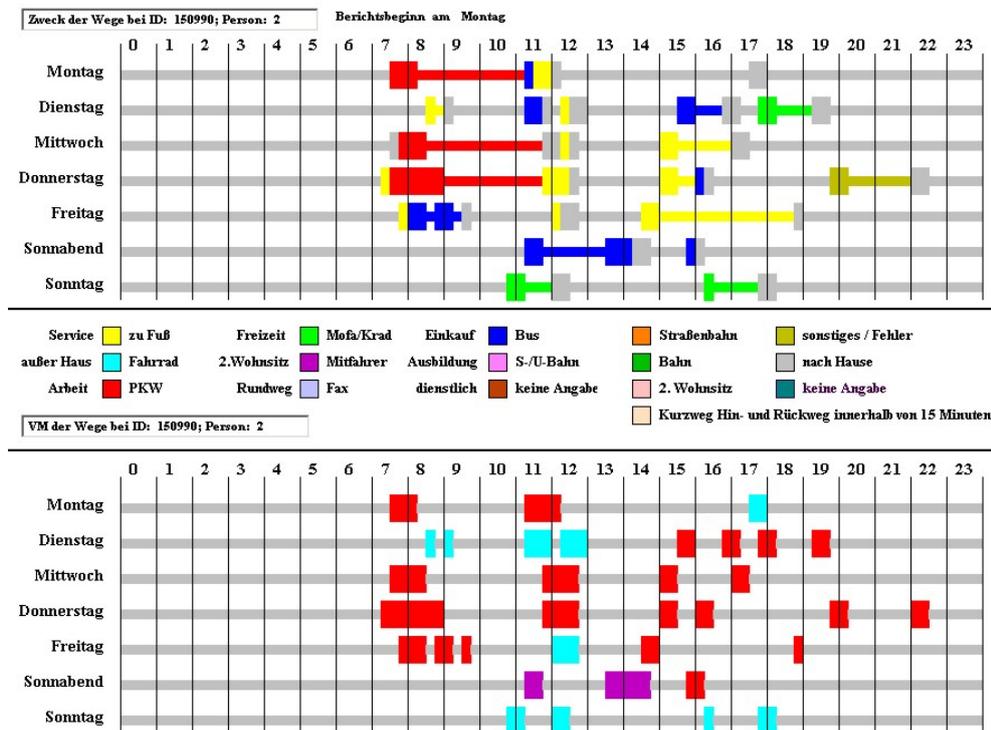


Abbildung 2: Visualisierung von Aktivitäten- und Mobilitätsverhaltensdaten des Deutschen Mobilitätspanels

Ein weiteres Merkmal des Panels ist neben dem Design die personelle Kontinuität. Durch die überlappende Einstellung von jeweils mindestens zwei Mitarbeitern konnte der Know-How-Transfer sichergestellt werden. Im Laufe der Jahre waren neben Bastian Chlund (kontinuierlich), Oliver Lipps (1996 – 2001), Wilko Manz (2000 – 2003), Tobias Kuhnimhof (2002 – 2006), Peter Ottmann (2005 – 2009) und Martin Kagerbauer (seit 2008) mit der Analyse und Pflege des Panels befasst. Die Software zur Analyse konnte dabei kontinuierlich weiter entwickelt werden, um Methodenartefakte (z.B. verspätete Erhebung im Jahresgang aufgrund

von haushalterischen Überlegungen beim Auftraggeber) zu identifizieren und bei der Gewichtung und Interpretation der Ergebnisse entsprechend zu kompensieren.

Diese Datenquelle wurde und wird folglich im Institut intensiv erforscht. Weiterhin ergaben sich aus der erarbeiteten Kompetenz in der Erstellung und dem Umgang mit den Daten neue Kooperationen (z.B. Beteiligung an EU-COST Aktion 355 WATCH „Changing Behaviour towards a sustainable Transport System“) und damit Reise- und internationale Austauschmöglichkeiten für die mit dem Panel befassten Mitarbeiter.

Grundlegende Arbeiten am IfV neben unzähligen Diplomarbeiten unter unmittelbarer Nutzung der Paneldaten waren u.A. (näheres unter (Mobilitätspanel, 2009)):

- Konstanz / Variabilität des Verkehrsverhaltens bei gleichen Personen (Lipps, 2001)
- Multimodale Personengruppen (Beckmann, Chlond, Kuhnimhof, Rindsfüser, von der Ruhren, & Zumkeller, 2005) und darauf aufbauend die
- Längsschnittbasierte Modellierung der Verkehrsnachfrage zur Abbildung multimodalen Verhaltens (Kuhnimhof, 2007). An diesem Beispiel lässt sich in besonderer Weise die besondere Stärke der Eigenschaften von Längsschnitterhebungen demonstrieren.

Das grundsätzliche Konzept der Panel Erhebung wurde genutzt, um bestimmte Fragestellungen näher analysieren zu können, z.B. für das Projekt „Autoarmes Wohnen und Arbeiten“: Hier sollten Probanden in unterschiedlichen Lebenssituationen „mit“ und „ohne“ Leben im autoarmen Wohngebiet ihr Verhalten berichten (Wassmuth, 2002). Eine andere beispielhafte typische Anwendung des Panelerhebungsdesigns war die Erhebung und nachfolgende Analyse des Mobilitätsverhalten von Car-Sharing-Teilnehmern (Chlond & Wassmuth, 1997).

Ein Panel für den Fernverkehr

Zentrales Problem bei Verkehrserhebungen an einem Stichtags ist, dass für den einzelnen Probanden ausgesprochen seltene Fernverkehrereignisse schwer zu erfassen sind und damit die Reiseintensitäten bestimmter Personengruppen wegen der hohen intrapersonellen Variabilität nur vermittels sehr großer Stichproben erfassbar sind. Das Deutsche Mobilitätspanel schafft da schon eine gewisse Verbesserung, da ja die ganze Woche erfasst wird, und z.B. auch Wochenendpendler damit eindeutig identifizierbar werden.

Diese Argumentation konnte Geldgeber bei der Deutschen Bahn AG, der Deutschen Lufthansa AG, INFRATEST und insbesondere beim BMBF (Bundesminister für Bildung und Forschung) überzeugen, dass für eine vernünftige Identifizierung von Kundenpotenzialen und eine Systematisierung von Verkehrsverhalten im Fernverkehr (hier im Hinblick auf das intermodale Verhalten) das Längsschnittkonzept die einzige sinnvolle Form für eine Erhebung darstellt. Durch eine mehrstufige längsschnittorientierte Erhebung des Fernverkehrs mit Wiederholungen (= Panel) konnten erstmalig Kennzahlen der Verteilung der Verkehrsnachfrage in der Bevölkerung gezeigt werden (INVERMO, 2005).

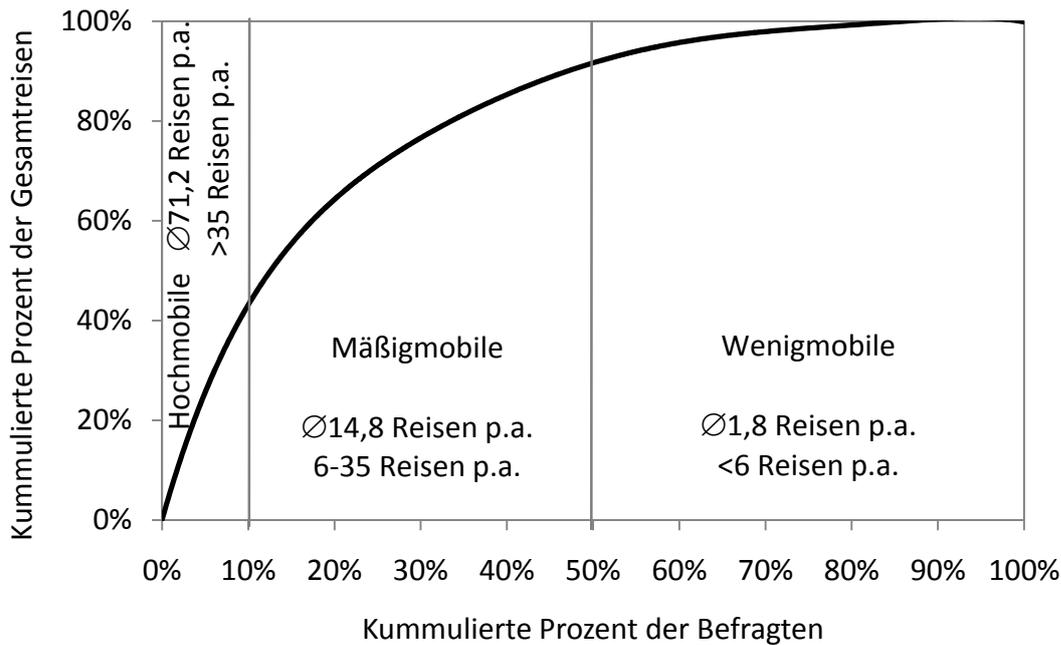


Abbildung 3: Verteilung von Fernverkehrsmobilität in der Bevölkerung als Ergebnis der längsschnittorientierten Fernverkehrserhebung in INVERMO

Das Panel wird regional...

Der etablierte Ruf des bundesweiten Mobilitätspanels, die aus dem Längsschnittansatz erzielbaren zusätzlichen Auswerte- und Interpretationsmöglichkeiten und nicht zuletzt die relativ zu Stichtagserhebungen günstigeren Kosten je erhobene Ortsveränderung legten es nahe, das Konzept des Mobilitätspanels auch für regional ausgerichtete Erhebungen des Mobilitätsverhaltens zu adaptieren. Hierfür waren Ansätze zu entwickeln, um auch die für Zwecke der regionalen Verkehrsplanung die im bundesweiten Panel nicht erhobenen Geoinformationen geeignet zu erfassen, ohne den Probanden über Gebühr zu strapazieren und um damit die gesamte Erhebung zu gefährden (Zumkeller, Chlond, & Kagerbauer, 2008). Erste Anwendungen dieses regionalen Ansatzes finden bis heute (Frühjahr 2009) in der Region Frankfurt Rhein-Main und der Metropolregion Rhein-Neckar statt. Auch diese Entwicklung verdeutlicht, wie Forschungsergebnisse den Weg in die praktische Arbeit finden.

...und international

In jüngster Zeit wurde der „Deutsche Ansatz“ (Kombination von regelmäßigen Querschnitterhebungen in „großen“ Abständen) und eine kontinuierliche Beobachtung des Marktes mittels eines Panelansatzes von der Fachwelt sehr positiv und als vorbildhaft bewertet, wie etwa bei der internationalen ISCTSC-Konferenz zu Verkehrserhebungen in Annecy im Mai dieses Jahres: „Perhaps a hybrid approach similar to Germany, where there is a larger scale cross sectional mobility survey, coupled with a smaller sample sized panel is the optimal solution“, resümierte der Australier Tim Raimond in seinem Workshop-Bericht.

Gegenwärtig gibt es europäische Länder in denen laut über ein Panel entsprechend dem MOP-Konzept nachgedacht wird. Eine Delegation aus dem japanischen Transportministe-

rium hat sich (Herbst 2008) über das Design des MOP informieren lassen. Auch in den Vereinigten Staaten von Amerika wird (Frühjahr 2009) das Vorbild des MOP verwendet, um ein vergleichbares Erhebungsdesign zu entwickeln. Dass Herr Zumkeller in der Beratung dort unmittelbar beteiligt ist, muss eigentlich nicht weiter genannt werden. Fazit: Offensichtlich haben die Aktivitäten mit dem und rund um das Panel (z.B. auch die Beteiligung des Instituts an der COST-Action 355) in den letzten Jahre ihre Spuren hinterlassen.

Ausblick zum MOP

Zu erwähnen ist, dass infolge der Wirkungen des Klimawandels und der hohen Rohölpreise in jüngster Zeit (Sommer 2008) die Daten zu den Erhebungen zu Fahrleistungen und Treibstoffverbrauch verstärkt Aufmerksamkeit finden: Diese waren bislang „untererforscht“, bieten jedoch, gerade in Verbindung mit den Daten zur Alltagsmobilität vielfältige Auswertemöglichkeiten, z.B. für die Märkte und Potenziale neuartiger Antriebskonzepte. Hier dürfte sich auf mittlere Sicht weitere Anwendungen ergeben.

Das über 15 Jahre weitestgehend unveränderte Design birgt auch gewisse Gefahren: Mittlerweile haben sich sowohl die Rahmenbedingungen der Anwerbung (Stichworte Telefonwerbung, zunehmende Verbreitung ausschließlicher Mobiltelefonanschlüsse) und die technischen Möglichkeiten (Stichworte hierzu: Automatisierte Datenerfassung per Mobiltelefon oder GPS-Logger) für Mobilitätshebungen weiterentwickelt. Aller Voraussicht nach wird das IfV auch beteiligt sein, wenn es darum gehen wird, neue technische Möglichkeiten für das Panel oder neue Verfahren der Probandenanwerbung zu implementieren. Der Anschub (im Rahmen einer europäischen COST-Action) hierzu ist zum Stand Frühjahr 2009 geleistet.

Das Budgetkonzept – Stagnation und Prognosen

Nicht unmittelbar auf Arbeiten des Instituts fußend, aber in der Veröffentlichungsliste von Zumkeller vertreten ist das sogenannte „VUSI-Projekt“ (Verkehr und Stadt als Interaktionsmechanismus, (Zumkeller, Poeck, & Zahavi, 1980). Ausgehend von der Hypothese eines stabilen Zeitbudgets ZB für Mobilität kann die Verkehrsleistung VL nur wachsen, wenn die Reisegeschwindigkeiten \bar{v} zunehmen. Diese Zunahmen sind wiederum nur möglich, wenn auch die den Haushalten zur Verfügung stehenden Geldbudgets KB für Mobilität genau das zulassen, indem die Haushalte diese Budgetzunahmen dazu nutzen, vermehrt schnelle Verkehrsmittel zu benutzen:

$$\frac{KB}{ZB} = \bar{v} * \bar{c} \quad \text{und} \quad VL = \frac{KB}{\bar{c}} \quad \text{und} \quad VL = ZB * \bar{v}$$

Die Bedeutung dieses im Grundsatz einfachen Modellkonzepts liegt in der zugrundeliegenden Kausalität und der empirischen Bestimmbarkeit und auch vergleichsweise einfachen Prognostizierbarkeit einiger dieser Größen. Damit beruht die Sättigungsgrenze beim Reise-

zeitbudget in dessen Stabilität, und im Hinblick auf die erzielbare Systemgeschwindigkeit (gemittelte Geschwindigkeit über alle Ortsveränderungen) sind wir in Deutschland mittlerweile in der Phase der Sättigung d.h. der Konvergenz hin auf einen Grenzwert.

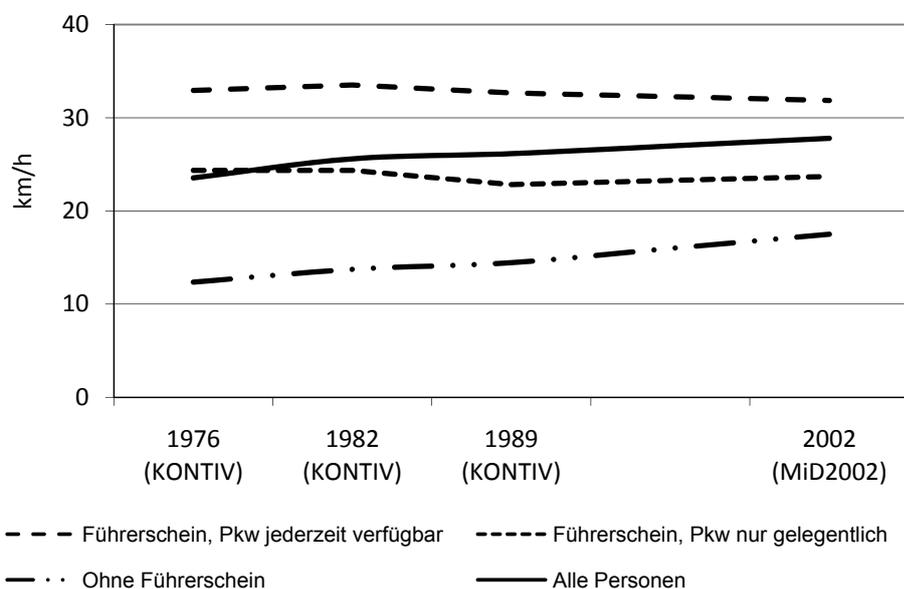


Abbildung 4: Entwicklung der Systemgeschwindigkeiten in Deutschland im Vergleich (Berechnungen auf der Grundlage von KONTIV-Erhebungen und dem Mobilitätspanel)

Mit dieser verblüffend einfachen sogenannten Budgettheorie haben Brechstangenansätze für die Prognose zukünftiger Verkehrsnachfrage wie die der Trendextrapolation ausgedient – zumindest theoretisch. Dass sie vielfach immer noch gerne angewendet werden, ist eine andere Geschichte.

Die Anwendbarkeit und Richtigkeit dieses Modellkonzepts im Bezug auf für die Gesellschaft zentrale Fragen wurde in (Zumkeller, Bierschenk, Merckens, Pfeiffle, & Vogt, 1988) dargestellt. Trotz der zwischenzeitlichen Umbrüche wie der Wiedervereinigung, der Globalisierung, der Europäischen Integration sind die grundsätzlichen Überlegungen in Bezug auf die aus der damaligen Sicht zukünftigen Bevölkerungs- und Mobilitätsentwicklung im Grundsatz nach wie vor richtig.

Diese Vorarbeiten sollten langfristig die „Denkweise“ am Institut prägen. Eine erste Anwendung des Budgetkonzepts in der Institutsforschung erfolgte in der Dissertation von (Chlund, 1996). Hierin wurde abgeschätzt, welchen Spielräumen das bis dato als konstant angesehene Reisezeitbudget unterliegt und wie dessen Spielräume und deren Einfluss auf das Budget quantifiziert werden können.

Die Budgettheorie hat in der Lehre am IfV eine zentrale Rolle eingenommen, wenn es darum geht, den Studierenden ein Gefühl im Hinblick auf die Wirkungen von Maßnahmen zu vermitteln.

Diese Budgettheorie wird aber erst dann inhaltlich belastbar, wenn sie empirisch untermauert und angewendet werden kann:

Bei der Analyse der Paneldaten waren ab etwa Ende der 90er-Jahre – wider der Erwartungen aus Bevölkerung, Politik und Planung – keine Nachfragezuwächse zu messen. Nach den ersten Vorstellungen dieser Ergebnisse (und den zugrundeliegenden Ursachen) blies den Institutsmitgliedern der Wind zeitweilig erheblich ins Gesicht, wie z.B. bei der Festveranstaltung „80 Jahre Wilhelm Leutzbach“ im November 2002 (Chlond, 2002).

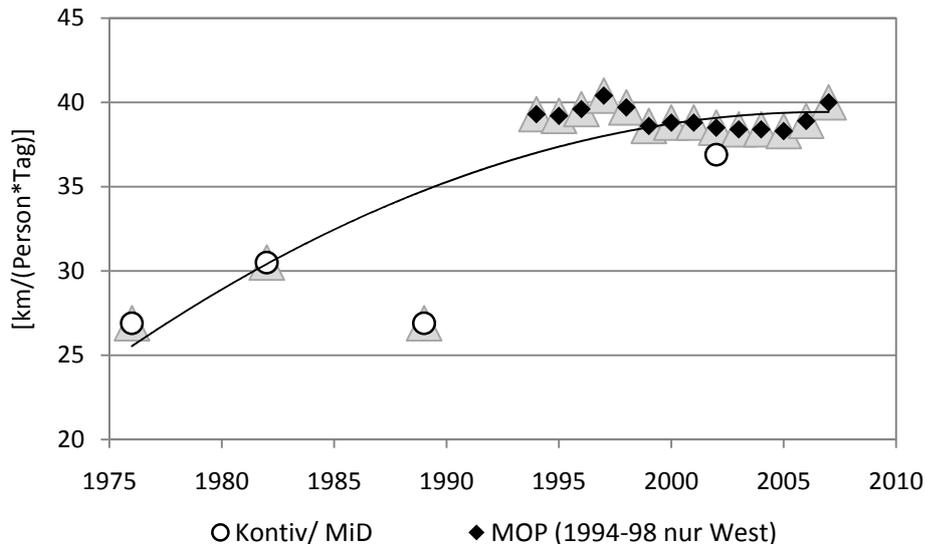


Abbildung 5: Entwicklung des Verkehrsnachfragekennwertes Kilometer pro Person*Tag auf der Grundlage des MOP

Mittlerweile ist die „Stagnation“ der Verkehrsnachfrage in Deutschland akzeptiert und gerade das Mobilitätspanel konnte hierfür den Nachweis leisten. Und genau deshalb, weil damit auch gezeigt werden konnte, dass die „stagnierende“ Nachfrage durch eine Kompensation gegenläufiger Prozesse zustande kommt.

Die Budgettheorie schafft – gerade in Verbindung mit den Erhebungen zum Mobilitätspanel und den darauf fußenden Modellen – eine Grundlage, auf der zukünftige Verkehrsnachfragevolumina treffsicherer abgeschätzt werden können.

Verkehr und Kommunikation: ein erweitertes Verständnis in Bezug auf die Theorie der Raumüberwindung

Alles hat seine Zeit – auch bestimmte Forschungsarbeiten und -themen: Das Ende des Jahrtausends war geprägt durch den IT-Boom (vulgo Internetblase), welcher zeitgleich mit der Verbreitung der mobilen Kommunikation einherging. Klassisch für Euphorie bei der Entwicklung neuer Kommunikationsmedien war – wie schon so oft die Vorstellung, dass diese in der Lage sein würden, physische Ortsveränderungen durch die Möglichkeiten der Kommunikationstechnik zu substituieren (= Substitutionsthese in Bezug auf die Beziehung zwischen Verkehr und Telekommunikation). Nun hat aber die Vergangenheit gezeigt, dass die

Verkehrsnachfrage trotz der zunehmenden Verbreitung von Telekommunikationsmedien eher zugenommen hatte (= Komplementaritätsthese).

Auch am IfV wurde in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre an dieser Fragestellung intensiv gearbeitet. Als Ergebnis der positiven Erfahrungen mit dem Mobilitätspanel bei der Erhebung von Verhalten und Aktivitäten im Längsschnitt, wurde ein Design für eine kombinierte Mobilitäts- und Kommunikationserhebung entworfen und im Rahmen größerer Feldstudien in Kooperation mit der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL, 1999) zur Anwendung gebracht.

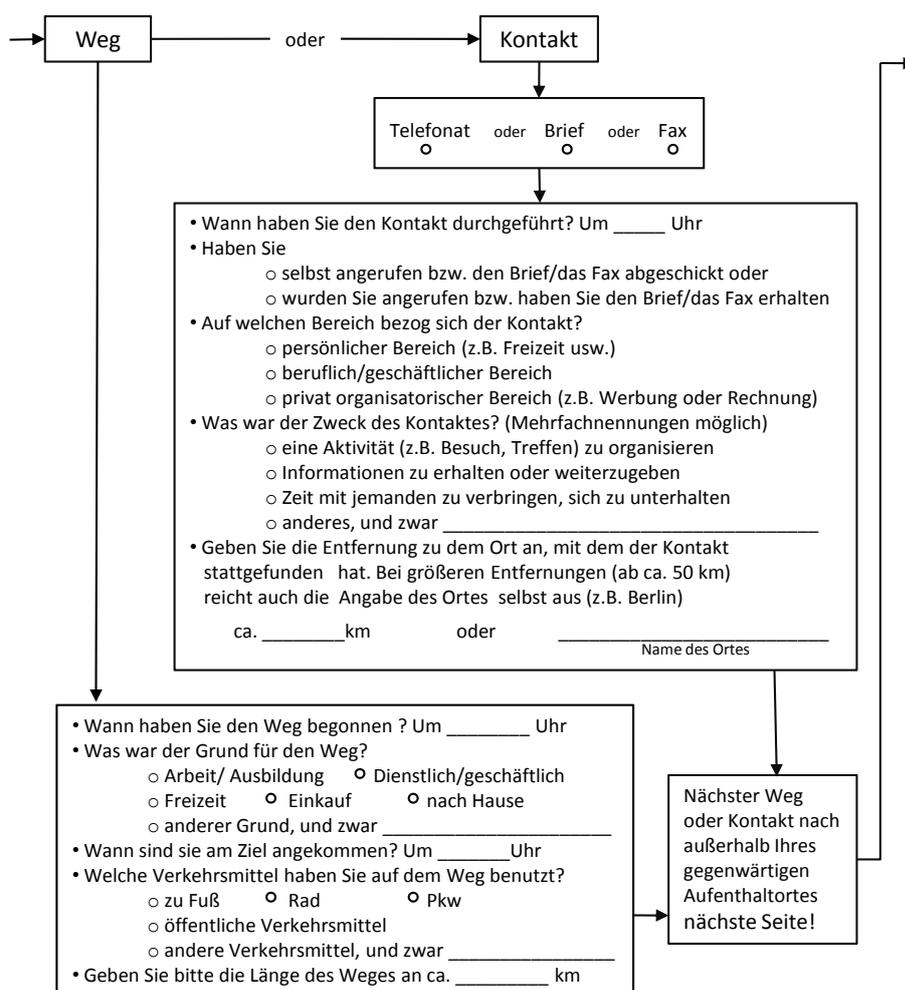


Abbildung 6: Fragebogen der kombinierten Mobilitäts- und Kommunikationsbefragung

Basierend auf diesen empirischen Grundlagen konnte ein verbessertes Verständnis der Interaktionen von Verkehr und Kommunikation erstellt werden: Die Kommunikation ist gewissermaßen der „Wegbereiter“ physischer Mobilität: Der physischen Raumüberwindung geht die virtuelle Raumüberwindung voraus. Mit den zunehmenden Kommunikations-, Kontakt- und Interaktionsmöglichkeiten wird die Ferne zur Nähe und irgendwann wird der Kommunikationspartner / das Ziel auch aufgesucht. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse findet

sich in (Zumkeller, Telekommunikation, Telematik und Verkehr - Eine Zukunftsbild unserer Mobilität, 2002).

In diese Zeit fällt auch die Dissertation von (Lee, 1999), welcher die Wechselwirkungen zwischen Kommunikation und Mobilität in einem technikaffineren Umfeld (Seoul, Korea) zur Anwendung brachte.

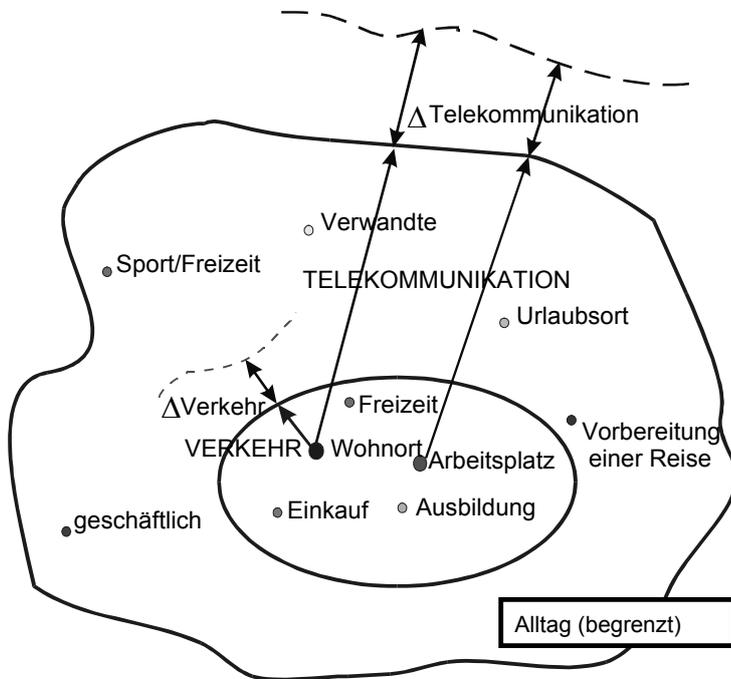


Abbildung 7: Beziehungen zwischen physischem und virtuellem Verkehr zur Raumüberwindung (räumliche Aktionsfelder) [nach ZUMKELLER, 1999]

Neue Daten – Neue Modelle: Mikroskopische Verkehrsnachfragemodelle am IfV

Das Modell Eurotopp war sehr ambitioniert, damit aber seiner Zeit voraus, außerdem fehlten die Möglichkeiten, das Modell und insbesondere die Implementierung weiter zu pflegen. Weiterhin hatten die Input-Daten gefehlt, um das Modell geeignet mit Verhalten von Individuen versorgen zu können. Mit der Existenz des Mobilitätspanels war der letztgenannte Hinderungsgrund zumindest in Teilen entkräftet. Zielsetzung der Institutsforschung in Hinblick auf die Verhaltensmodellierung wurde es daher, ein Modellkonzept zu entwickeln, welches einerseits „robust“ genug ist, um für praktische Verkehrsplanungsaufgaben zur Anwendung zu kommen, welches andererseits für die Forschung genügend Schnittstellen bereitstellen sollte, um neuartige Problemstellungen mit dem Konzept bearbeiten zu können oder neue Algorithmen in das Modellkonzept zu integrieren.

Mobilitätspanel + Eurotopp = Mobitopp

Die zentralen Entwicklungsarbeiten liefen dabei Hand in Hand zu den vom BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) geförderten Verbundprojekten (namentlich

DIRECT, RUDY, OVID) und wurden dabei von dem langjährig wiederholt am IfV aktiven Dr. Schnittger auch unter Beteiligung externer EDV-Dienstleister koordiniert. Diese Projekte beschäftigten sich – und hier wird die Verwandtschaft zu EUROTOPP offensichtlich – mit den Möglichkeit, die Reaktionen bzw. das Entscheidungsverhalten von Probanden auf unterschiedliche Arten von Information im Verkehrsbereich mikroskopisch also in der Summe von autonomen Entscheidungen abzubilden.

Speziell im Verbundprojekt OVID (OVID, 2006) ging es darum, die Wirkungen der individualisierten Information von Reisenden auf die Selbstorganisationsfähigkeit des Verkehrssystems darzustellen.

Hierfür wurde eine Simulationsplattform aus unterschiedlicher Software (und Hardware) aufgebaut, im Rahmen dessen das mobiTopp-Modell mit anderen Modellen gekoppelt wurde und den Nutzer mit seinen Entscheidungen abbildete. Grundlage für diese Entscheidungen bildete eine vom Institut entwickelte computergestützte Planspielerhebung, was wiederum die Bedeutung und die Verbindung zu den „Empirieansätzen“ in der Forschung widerspiegelt.

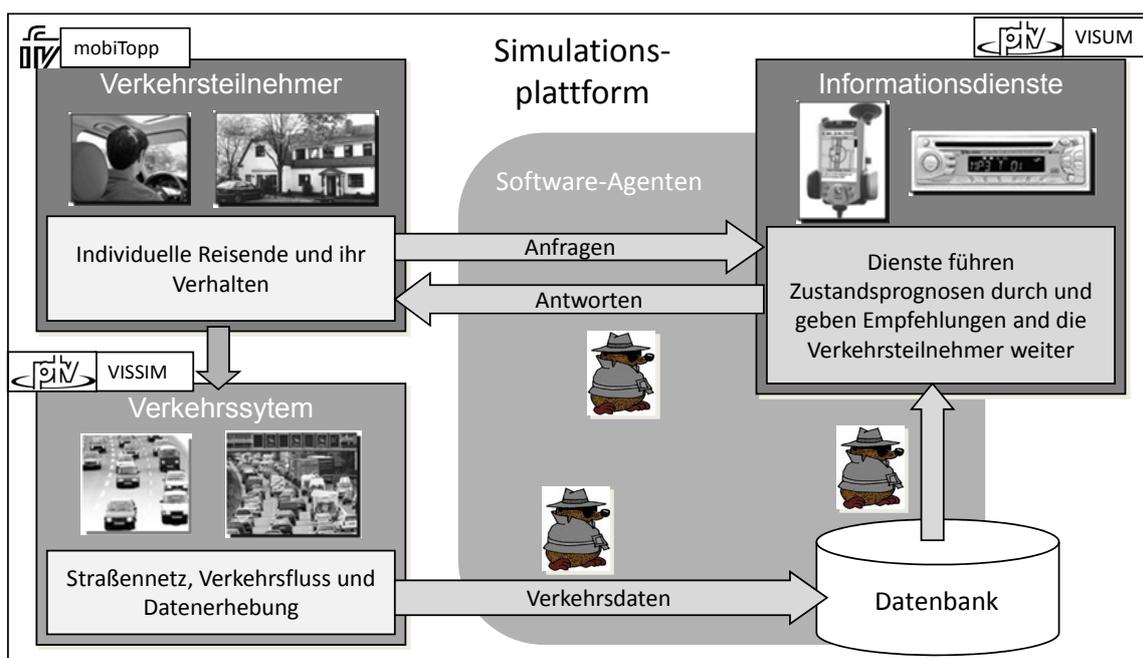


Abbildung 8: Simulationsplattform in OVID unter Nutzung von mobiTopp

Im Projekt RUDY (RUDY, 2006) ging es darum, die Wirkungen neuer ÖV-Informationssysteme vorherzusagen. Im Umfeld dieser Forschungen „Wirkungen von Information auf die Entscheidungen und das Verhalten von Verkehrsteilnehmern und nachfolgend auf das Verkehrssystem“ sind die Dissertationen von (Eberhard, 2005), (Wittowsky, 2009), (Geweke, 2009) anzusiedeln.

MobiTopp bildet dabei im Wesentlichen die Plattform, in welche weitere Softwareelemente und insbesondere auch eher aus den Forschungsprojekten / Dissertationen entstandene neue

Algorithmen integriert werden können. Neben der Entwicklung des somit „anwendungsorientierten“ mobiTopp-Modells entstanden am Institut weitere Modelle:

Besondere Erwähnung verdienen hierbei die Dissertationen von (Manz, 2005) und (Kuhnimhof, 2007). In beiden Arbeiten wurden bei der Simulation von Verkehrsnachfrage Neuland betreten: Manz gelang es erstmals auf der Grundlage der INVERMO-Daten ein mikroskopisches Verkehrsnachfragemodell im Personenfernverkehr zu entwickeln und zur Anwendung zu bringen. Die Leistung von Kuhnimhof besteht darin, dass erstmals auf der Grundlage der Paneldaten eine Simulation des Aktivitäten- und Mobilitätsverhaltens im Wochenverlauf erfolgte, welches als Kern ein längsschnittorientiertes Verkehrsmittelwahlmodell beinhaltet (= Ergebnisse des FOPS-Projektes „Multimodale Personengruppen, (Beckmann, Chlond, Kuhnimhof, Rindsfüser, von der Ruhren, & Zumkeller, 2005). Gerade die letztgenannte Arbeit zeigt, wie ein Prototyping von Algorithmen und Software in der Forschung erfolgt, die dann später in Softwareprodukte Eingang finden, welche wiederum die Ergebnisse der Forschung zur Anwendung in die Praxis bringen.

Intermodalität

Das zusammenwachsende Deutschland, die Integration Europas und die die Globalisierung begleitenden Prozesse hatten im hier betrachteten Zeitraum die Fernverkehrsnachfrage stark beflügelt: Und das Wort beflügelt ist dabei durchaus wörtlich zu verstehen. Der Luftverkehr ist das Nachfragesegment, in dem die größten Zuwächse beobachtet werden können – mit all den negativen Begleiterscheinungen in Hinblick auf Emissionen und Klima. Auf der anderen Seite spielt ein funktionierendes und einfach zu handhabendes Fernverkehrssystem für die Integration von Märkten und Gesellschaften eine zentrale Rolle Deutschland- und EU-weit.

Vor diesem Hintergrund ist der Optimierung des Fernverkehrs große Bedeutung beizumessen – gerade auch im Hinblick auf die Nutzung anderer Verkehrsmittel. Und hier kommt die Intermodalität als ein Konzept zum Tragen. Als Intermodalität bezeichnet man die Kombination verschiedener Verkehrsmittel beim Reisen. Hierbei gibt es eine Angebotsseite (= Systemseite) und eine Nachfrageseite (= Reisende).

Führt man sich diese Bedingungen vor Augen war klar, dass die Intermodalität auch für das IfV ein Thema war, aber eben nicht in der Entwicklung technischer Lösungen, sondern vielmehr – entsprechend der Kompetenzen des IfV – aus der Perspektive des Reisenden als Nutzers, seinen Bedürfnissen und Kompetenzen entsprechende Angebote zu erstellen.

Vor dieser Situationsbeschreibung gelang es Herrn Zumkeller für ein Konsortium aus der Deutschen Bahn AG, der Deutschen Lufthansa AG⁴, der Fa. infratest (heute TNO infratest)

⁴ Eine Randbemerkung zur Geschichte des Instituts ist in diesem Zusammenhang, dass eine der beteiligten Personen Herr Carsten Spohr war, der als erster Diplomand unter Herrn Zumkeller sein Studium abgeschlossen hatte, mittlerweile zum Vorstandsvorsitzenden der Lufthansa Cargo AG bestellt wurde und seit 2006 am IfV auch noch einen Lehrauftrag „Luftverkehrsdrehkreuze“ erhalten hat. Dies zeigt, dass – obgleich hier nicht Thema – neben der Forschung auch die Lehre Erfolge vorweisen kann.

eine Förderung durch das BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) zu erhalten (INVERMO, 2005).

Basierend auf den Datengrundlagen der INVEMO-Erhebung konnte erstmalig das erwähnte mikroskopische Modell der Verkehrsnachfrage im Fernverkehr erstellt werden (Manz, 2005). Die eigentliche Zielsetzung der Nutzung der Daten in Hinblick auf die Gestaltung und Nutzung intermodaler Angebote fand in der Dissertation von (Last, 2006) statt.

Diese spezifische Kompetenz des IfV zu der Nachfrageseite der Intermodalität führte getragen durch Herrn Jörg Last zu einer Ausschreibung seitens der Europäischen Union. Im Projekt (KITE, 2009) (Knowledgebase for Intermodal Passenger Travel in Europe) wurde das „Wissen“ um Intermodalität zunächst strukturiert zusammengetragen und es wurden identifizierte Wissenslücken geschlossen. Wie nicht anders zu erwarten, leitete Herr Zumkeller das Projekt wissenschaftlich.

Demografie und Verkehrsprognosen: Zusammenfassende Arbeiten

Die Jahre um das Millennium waren geprägt vom IT-Boom, der Globalisierung aber eben auch von daraus resultierenden ökonomischen Verwerfungen in der deutschen Gesellschaft. Als Folge der Analysen in Verbindung mit der stagnierenden Nachfrage fand am IfV eine intensive Auseinandersetzung mit den Folgen all dieser Prozesse statt, unter denen der „demografische Wandel“ nur eine Einflussgröße darstellt. Im Zuge dieser Arbeiten konnte am IfV gemeinsam mit einem Arbeitskreis der Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen ein zentrales Arbeitspapier zum „Demografischen Wandel“ in seinen Auswirkungen auf den Verkehr erarbeitet werden (FGSV-Chlond, 2006). Dass dabei die Daten des Mobilitätspanels und damit das IfV eine zentrale Rolle spielten, ist naheliegend: Auch gegenwärtig laufen am Institut Arbeiten, die sich unter Nutzung der speziellen Eigenschaften des MOP, Verkehrsprognosen verbessern sollen (Ottmann, 2007): Hier werden die Möglichkeiten genutzt, u.a. aus den Paneldaten Mobilitätsbiographien zu generieren, also eine weitere Erweiterung des Längsschnitts. Weiterhin fand bei diesen Arbeiten eine enge Kooperation mit der französischen Forschungsinstitution INRETS (Institut national de Recherche sur les Transports et leur Sécurité) statt, mit der das IfV seit geraumer Zeit eine erfolgreiche und freundschaftliche Zusammenarbeit gepflegt hat (CADMIUM, 2008).

Mögen auf den einen oder anderen Leser diese am IfV aufgezählten Forschungsgebiete ein wenig unkoordiniert wirken, so kann doch anhand eines Projektes aus der jüngsten Vergangenheit (2007/2008) gezeigt werden, wie eng die Forschungsthemen am Institut miteinander verzahnt sind:

Nicht zuletzt vor dem Hintergrund der unklaren Perspektiven der zukünftigen Entwicklung wird doch immer häufiger die Frage gestellt, wie es weitergeht – und im Beispiel der Forschungen am IfV – wie es mit der Verkehrsnachfrage weitergeht: Für die Region Frankfurt Rhein-Main stellte sich die Entwicklung aus der Perspektive von vor zwei Jahren sehr hete-

rogen dar. Nach den leidvollen Erfahrungen der jüngsten Vergangenheit aus der Sicht des Frühjahrs 2009 – wie wir wissen – leider zurecht.

Im Zuge dieser Überlegungen wurde das Institut damit beauftragt, Szenarien der Mobilitätsentwicklung für die Region zu skizzieren und diese Szenarien unter Nutzung der am Institut entstandenen Modelle und Daten in ihren quantitativen Wirkungen zu bestimmen. Damit wurden auf vielfältige Weise die Forschungsarbeiten und Kompetenzen des Instituts in einem Projekt integriert:

- Zunächst einmal geht es in der Region darum, tatsächlich Umfang und Struktur der Verkehrsnachfrage zu erheben – hier fand und findet selbstredend die **Panelmethodik** Anwendung.
- Um die zukünftige Mobilität zu prognostizieren, die in der Zukunft relevanten Einflussgrößen und nicht zuletzt einer Simulation des Verkehrsverhaltens einer zukünftigen Bevölkerung. Die **Simulation** der Bevölkerung erfolgt dabei mit dem Modell **mobiTopp**.
- Das Mobilitätsverhalten der zukünftigen Bevölkerung wurde dabei auf der Grundlage der Forschungen zur **Demografie** und dem zukünftigen Verhalten der alternden Bevölkerung abgebildet.
- Eine „Kontrolle“ der Plausibilität der Simulationsergebnisse findet dabei über die (prognostizierten) **Zeit- und Geldbudgets** für Mobilität statt, die den simulierten Bevölkerungen jeweils in der Zukunft (unter den dann – angenommenen – gültigen demografischen, ökonomischen und /oder fiskalischen Bedingungen) zur Verfügung stehen.
- Selbstverständlich wurden auch Ergebnisse der Modellierungen und Prognosen zur **Fernverkehrsnachfrage/Intermodalität** integriert.

Details zur Vorgehensweise finden sich in (Mühlhans, Chlond, & Zumkeller, 2008).

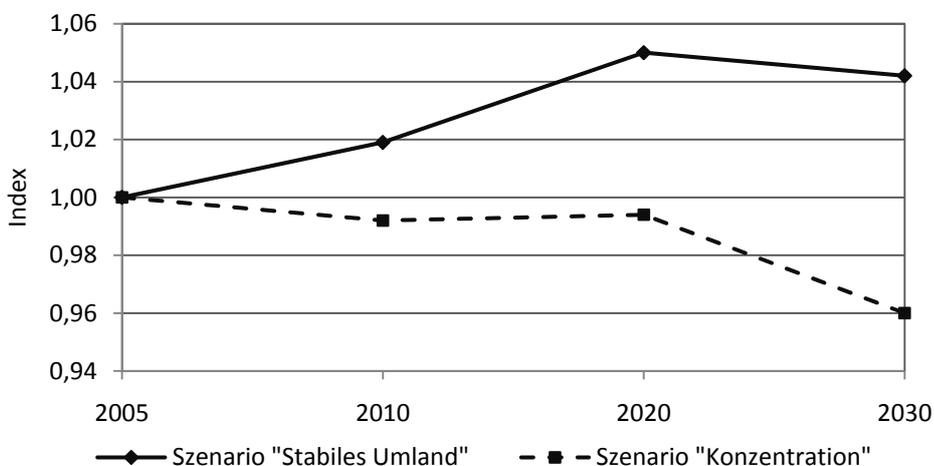


Abbildung 9: Veränderung des Verkehrsnachfragevolumens in der Region Frankfurt Rhein-Main bis 2030 (Indexdarstellung der Verkehrsleistung (Pers.-km))

Was bleibt?

Insgesamt ist es wohl gelungen, mit einer nur relativ kleinen Institution (Herr Zumkeller redete gerne von einem „Schnellboot“) bestimmte Pflöcke einzurammen: Das „Mobilitätspanel“ ist untrennbar mit dem IfV und Karlsruhe verbunden und stellt weltweit einen Maßstab dar. Die Arbeiten des IfV werden international wahrgenommen, nicht zuletzt deshalb waren in den letzten Jahren Vertreter des Instituts weltweit auf Tagungen präsent.

Aus dem Institut heraus entstanden zwei Ausgründungen, deren Arbeitsgebiete sich mit den Institutsforschungen decken, und die damit der Forderung Genüge tun, dass praktisch verwertbare Ergebnisse aus dem „Elfenbeinturm Universität“ in die Praxis getragen werden sollen:

- Die eine INOVAPLAN GmbH bestand zwar nominal schon vor dem Jahr 1991 (Gründung 1985), hat aber mittlerweile den Charakter einer Ausgründung. INOVAPLAN entwickelt die Modellkonzepte der Simulation weiter (Modellplattform mobiTopp) und arbeitet schwerpunktmäßig in der kommunalen Verkehrsplanung und im Bereich Verkehrstelematik.
- Die STRATA GmbH wurde von den 2004 gegründet und befasst sich schwerpunktmäßig mit den Ergebnissen von INVERMO – also der Fernverkehrsmodellierung sowie der Bereitstellung und Aufbereitung von Daten für Verkehrsnachfragemodellierungen.

Die Nachwirkungen der Tätigkeit von Dirk Zumkeller am Institut für Verkehrswesen dürften damit durchaus von längerer Dauer sein.

Der Chronist hofft, zentrale Elemente der Forschungsarbeiten am Institut nicht vergessen zu haben, ist gespannt, wie die Geschichte weitergeht, und glaubt, dass es angemessen ist, hier den Schlusssatz von Herrn Leutzbach (Leutzbach, 1996) zu zitieren:

„So ganz erfolglos war die Erziehung zur Freude am wissenschaftlich-methodischen Denken also wohl nicht.“

Literaturverzeichnis

- ARL. (1999). Verkehr und/oder Telekommunikation – Konzepte, Methoden und Quantifizierung. *Arbeitsmaterial der Akademie für Raumforschung und Landesplanung – Hannover ARL*, ISBN 3-88838-651-9 (Nr. 251).
- Axhausen, Ayerbe, Bannelier, Berkum, Billotte, Goodwin, et al. (1991). EUROTOPP: "Towards a dynamic and activity-based modelling framework". *Advanced Telematics in Road Transport, proceeding of the Drive Conference, Vol. II., Elsevier, S. 1020 ff.* Brussels.
- Beckmann, K., Chlond, B., Kuhnimhof, T., Rindsfuser, G., von der Ruhren, S., & Zumkeller, D. (2005). *Bestimmung Multimodaler Personengruppen*. ISB RWTH Aachen, IfV Universität Karlsruhe (TH).
- CADMIUM. (2008). Multimodalité et tendances démographiques: les changements démographiques et leurs impacts sur l'utilisation des modes. (O. P.-L. Hivert L., Hrsg.)
- Chlond, B. (2002). Wachstum oder Stagnation – Wohin bewegt sich die Verkehrsnachfrage. *Zumkeller (Hrsg., 2002): 80 Jahre Wilhelm Leutzbach – Vorträge zur Festveranstaltung am 14. November 2002* (Sonderdruck des Instituts für Verkehrswesen Nr. 3/03).
- Chlond, B. (1996). *Zeitverwendung und Verkehrsgeschehen – Zur Abschätzung des Verkehrsumfangs bei Änderungen der Freizeitdauer* (Bd. Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe (TH)). Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe (TH).
- Chlond, B., & Wassmuth, V. (1997). Can Car Sharing substantially reduce the Problems arising from Car Ownership – Some empirical Findings from Germany. *Seminar C, Volume P413. Publications and Conference proceedings of the 24th European Transport Conference*, S. S. 291 – 309. London: European Transport Conference.
- Eberhard, O. (2005). Wirkungsanalyse individuell-dynamischer Zielführungssysteme im Straßenverkehr. *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe (TH)* (Heft 61).
- FGSV-Chlond. (2006). *Hinweise zu verkehrlichen Konsequenzen des demographischen Wandels*. Forschungsgesellschaft für das Straßen und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsplanung. Köln: FGSV-Verlag .
- Geweke, S. (2009). Wirksamkeit von Verkehrsinformationen und belastungsabhängigen Preisen zur Nutzung von Kapazitätsreserven im Verkehrssystem. *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe (TH)* (Heft 67).
- INVERMO. (2005). Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Nutzerbedürfnisse. In D. Zumkeller, B. Chlond, J. Last, & W. Manz (Hrsg.), *Schlussbericht zum Projekt, BMBF 19 M 9832 A0 im Programm „Mobilität und Verkehr besser verstehen“*.

INVERMO. (31. 1 2009). *INVERMO*. Von Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln im Fernverkehr unter Berücksichtigung der Nutzerbedürfnisse: www.verkehrspanel.de abgerufen

KITE. (31. 01 2009). *Internetseiten zum Projekt KITE* . Abgerufen am 31. 01 2009 von A Knowledgebase for Intermodal Travel : www.kite-project.eu

Kuhnimhof, T. (2007). Längsschnittmodellierung der Verkehrsnachfrage zur Abbildung multimodalen Verhaltens. *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe (TH)* (Heft 66).

Last, J. (2006). Barrieren und Potenziale intermodaler Angebotskonzepte im Personenfernverkehr. *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe (TH)* (Heft 65).

Lee, S. (1999). Wechselwirkungen zwischen Verkehr und Telekommunikation in einer asiatischen Stadtumgebung. *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe (TH)* (Heft 57).

Leutzbach, W. (1996). Institutsgeschichte 1962 – 1991. *Sonderdruck der Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe (TH)* (Nr. 1/96).

Lipps, O. (2001). Modellierung der individuellen Verhaltensvariationen bei der Verkehrsentstehung. *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe (TH)* (Heft 58).

Manz, W. (2005). Mikroskopische längsschnittorientierte Abbildung des Personenfernverkehrs. *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe (TH)* (Heft 62).

Mobilitätspanel. (31. 01 2009). Von www.mobilitaetspanel.de abgerufen

Mühlhans, H., Chlond, B., & Zumkeller, D. (2008). Abschätzung der zukünftigen Entwicklung von Verkehr und Mobilität in der Region Frankfurt Rhein-Main bis zum Jahr 2030 – Methodisches Konzept und ausgewählte Ergebnisse. *Heureka 2008 (Optimierung in Verkehr und Transport)*, (S. S.198 - 217). Stuttgart/Köln.

Ottmann, P. (2007). Mobilitäts-Biographien: Wie ändert sich die Verkehrsnachfrage im Leben eines Menschen? 16. Bundesweiter Umwelt- und Verkehrskongress BUVKO.

OVID. (2006). *Stärkung der Selbstorganisationsfähigkeit im Verkehr durch I+K-gestützte Dienste*. OVID - Schlussbericht, Universität Karlsruhe (TH).

RUDY. (2006). *Projekt RUDY - Regionale unternehmensübergreifende Dynamisierung von Fahrplaninformation, Buchung und Betrieb im ÖPNV*. Wittowsky, D., Schnittger S., Ottmann, P., Chlond, B. und Zumkeller D.

Schwarzmann, R. (1995). Der Einfluss von Nutzerinformationssystemen auf die Verkehrsnachfrage. *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe (TH)* (Heft 54).

- Wassmuth, V. (2002). Modellierung der Wirkungen verkehrsreduzierender Siedlungskonzepte. *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe (TH)* (Heft 60).
- Wittowsky, D. (2009). *Dynamische Informationen im ÖPNV – Nutzerakzeptanz und Modellierung* (Dissertation Ausg.).
- Zumkeller, D. (2002). 80 Jahre Wilhelm Leutzbach – Vorträge zur Festveranstaltung am 14. November 2002. *Schriftenreihe des IfV*.
- Zumkeller, D. (1989). Ein sozialökologisches Verkehrsmodell zur Simulation von Maßnahmewirkungen. *Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbaugesellschaft, TU Braunschweig*.
- Zumkeller, D. (2002). Telekommunikation, Telematik und Verkehr - Eine Zukunftsbild unserer Mobilität. *Umweltpsychologie*, 6 (1/2002), S. 168-181.
- Zumkeller, D., Bierschenk, H., Merckens, R., Pfeiffle, M., & Vogt, W. (1988). Verkehrsnachfrage nach der Jahrtausendwende. *Internationales Verkehrswesen* (Heft 1), S. 9-18.
- Zumkeller, D., Blechinger, W., Chlond, B., Seitz, H., Axhausen, K., & van Maanen, T. (1992). Paneluntersuchungen zum Verkehrsverhalten. (A. S. Bundesministerium für Verkehr, Hrsg.) *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik* (Heft 688).
- Zumkeller, D., Brög, W., Herry, M., & Schwertner, B. (1984). Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten 1982 (KONTIV'82). *Internationales Verkehrswesen* (Heft 6), S. S. 383-385.
- Zumkeller, D., Chlond, B., & Kagerbauer, M. (2008). Regional panels against the background of the German Mobility Panel – An integrated approach. *ISCTSC - International Steering Committee for Travel Survey Conferences, 8th Conference on Survey Methods in Transport: Harmonisation and Data Comparability; Annecy, France*.
- Zumkeller, D., Chlond, B., Kuhnimhof, T., & Manz, W. (2003). *Selektivität des Mobilitätspanel - Schlussbericht zu FE 96.07342 / 2002*. Karlsruhe: Institut für Verkehrswesen.
- Zumkeller, D., Poeck, M., & Zahavi, Y. (1980). *Verkehr und Stadt als Interaktionsmechanismus*. Düsseldorf: Forschungsauftrag des Bundesminister für Verkehr.

Tobias Kuhnimhof
Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe

Stephan Schnittger
INOVAPLAN GmbH, Ettlingen

Der Längsschnitt: Eine neue Dimension in der mikroskopischen Verkehrsmodellierung eröffnet neue Möglichkeiten

Einleitung

Verkehrsmodelle haben traditionell zwei Haupteinsatzfelder: Zum einen werden sie eingesetzt, um die Auswirkungen von Maßnahmen im Verkehrssystem auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer abzuschätzen, z.B. beim Bau neuer Infrastrukturelemente. Solche Abschätzungen sind Grundlage der wirtschaftlichen Bewertung und der Bemessung von Maßnahmen. Zum anderen dienen Verkehrsmodelle der Vorhersage zukünftiger Nachfragezustände unter geänderten allgemeinen Rahmenbedingungen, z.B. Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung. Dabei war die Entwicklung der Nachfrage wie der Infrastruktur in den vergangenen Jahrzehnten in Europa weitgehend von Wachstum geprägt. Unter solchen Rahmenbedingungen, die auch heute noch für viele Modellanwendungen weltweit gelten, sind vielfach vergleichsweise unkomplizierte Modelle wie der Vier-Stufen-Algorithmus ausreichende Werkzeuge für die Planungspraxis.

Im Vergleich zum früherem, nahezu generellem Wachstum kennzeichnen den Verkehrsmarkt seit einigen Jahren jedoch andere Entwicklungen: Wachstum, Stagnation und Rückgang vollziehen sich zeitgleich an unterschiedlichen Orten und in unterschiedlichen Segmenten des Verkehrs (Zumkeller, Chlond, & Manz, Infrastructure Development in Germany Under Stagnating Demand Conditions: A new Paradigm?, 2004). Die Gefahr, dass Investitionen in die Infrastruktur ins Leere laufen, ist unter diesen Rahmenbedingungen in größerem Maß gegeben als in der Vergangenheit. Auch im Hinblick auf die Umsetzbarkeit von Infrastrukturmaßna-

men an den Orten, an denen mit weiterem Wachstum zu rechnen ist, wächst der Widerstand der Bevölkerung gegen Ausbaumaßnahmen und fordert detaillierte und aufwendige Nachweise der Berechtigung.

Dieses Umfeld birgt neue Herausforderungen für Verkehrsmodelle. Sie müssen neue Zusammenhänge zwischen den Rahmenbedingungen individuellen Verhaltens und den Entscheidungen von Verkehrsteilnehmern abbilden können. Hier bieten Modelle, die individuelles Verkehrsverhalten im Längsschnitt abbilden, zahlreiche neue Möglichkeiten.

Nach einem kurzen Überblick über die notwendigen Datengrundlagen stellt der vorliegende Beitrag zunächst einige wichtige neue Möglichkeiten für die Verkehrsmodellierung dar, die sich durch eine Längsschnittorientierung der Modelle ergibt. Im Anschluss werden grundlegende Konzepte für die Umsetzung von Längsschnittmodellen sowie erste Anwendungen längsschnittorientierter Modelle vorgestellt.

Längsschnittorientierte Erhebungsdaten zum Verkehrsverhalten

Jahrzehntlang – in den meisten Teilen der Welt noch heute – dominierte im Bereich der Verkehrsverhaltensforschung das Konzept der Querschnittserhebung, bei der Probanden über einen Tag ein Mobilitätstagebuch führen. Auf diese Weise wird das Verhalten des Einzelnen jedoch nur ausschnitthaft erfasst. Einblicke in individuelle Verhaltensvariation und Prozesse von Verhaltensänderungen erlaubt dieses Querschnittskonzept nicht (Kunert, 1992), (Zumkeller, Paneluntersuchungen zum Verkehrsverhalten, 1994).

Vor diesem Hintergrund wurde 1994 das Deutsche Mobilitätspanel aus der Taufe gehoben, bei dem Probanden in drei aufeinanderfolgenden Jahren über einen Zeitraum von je einer Woche über ihre Mobilitätsverhalten berichten (Deutsches Mobilitätspanel 2008). Das Deutsche Mobilitätspanel ist mittlerweile die am längsten andauernde und damit auch vom Stichprobenumfang her größte Panelerhebung zum Verkehrsverhalten (Zumkeller, Madre, Chlond, & Armoogun, 2004).

Mittlerweile wurde die mit dem Mobilitätspanel vorliegende Datenbasis zusätzlich ergänzt durch das Fernverkehrspanel INVERMO (Zumkeller, Chlond, Manz, & Last, Long Distance travel in a Longitudinal Perspective: The INVERMO Approach in Germany, 2006) und regionale Panelerhebungen zum Verkehrsverhalten (Zumkeller, Chlond, & Kagerbauer, Regional Panels against the Background of the German Mobility Panel, 2008). Diese lehnen sich in Kernelementen an das Deutsche Mobilitätspanel an, variieren jedoch auch, z.B. darin, dass Quellen und Ziele von Wegen mit Adresse erfasst werden.

Dieser Datenkranz längsschnittorientierter Erhebungen hat wesentlich zu einem umfassenderen Verständnis von Mobilitätsverhalten beigetragen. Zentrale, den folgenden Beispielen zugrundeliegenden Erkenntnisse, konnten erst mit Daten dieser Art analysiert und quantifiziert werden. Zudem bilden die Daten dieser Erhebungen die Grundlage für längsschnittorientierte Modelle.

Modellierung der Zeitstrukturen der Verkehrsnachfrage

Die Verkehrsnachfrage unterliegt einer stark ausgeprägten zeitlichen Struktur, wobei sich unterschiedliche Rhythmen der Nachfrage vom 24-Stunden-Rhythmus bis hin zum Jahresrhythmus überlagern. Hintergrund sind die Zyklen, die die unterschiedlichen Segmente der Nachfrage prägen, etwa das tägliche Arbeitspendeln oder der Ferienverkehr. In der Folge ist auch die Belastung der Infrastruktur sehr zeitabhängig.

Die Zeitabschnitte, in denen die Nachfrage die Belastung überschreitet, sind vergleichsweise kurz – aber für die Bemessung der Infrastruktur zentral. So soll die Straßeninfrastruktur im Allgemeinen darauf ausgerichtet sein, dass an 30 Stunden im Jahr eine Kapazitätsüberschreitung in Kauf genommen wird (FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen), 2002). Hier stellt sich die Frage, wie für geplante Elemente der Infrastruktur die Spitzenwerte der Nachfrage, etwa für die 30. Stunde, im Vorfeld ermittelt werden kann. Dies kann sinnvoll nur gelingen, wenn nicht nur die Volumina sondern auch die zeitlichen Strukturen der unterschiedlichen Nachfragesegmente, vom Fernverkehr über den Einkaufsverkehr hin zum Berufsverkehr, für die spezifische Lage der geplanten Infrastruktur modelliert werden.

Im Grundsatz ist es zwar auch mit Aggregat- oder Querschnittsmodellen möglich, die Zeitstrukturen der Nachfrage abzubilden, indem die modellierte Nachfrage während größerer Zeiträume durch Ganglinien auf kleinere Zeitscheiben verteilt wird. Mikroskopische Längsschnittmodelle, die das Verhalten einzelner Verkehrsteilnehmer über eine längere Zeit hinweg abbilden, bieten hier jedoch erhebliche Vorteile, denn die feine zeitliche Aufteilung der Nachfrage ist eine grundlegende Eigenschaft des Modelloutputs (

Abbildung 1). Zudem können zeitliche Verlagerungseffekte, wenn z.B. bestimmte Aktivitäten zwischen unterschiedlichen Tagen verschoben werden, intrapersonell konsistent abgebildet werden.

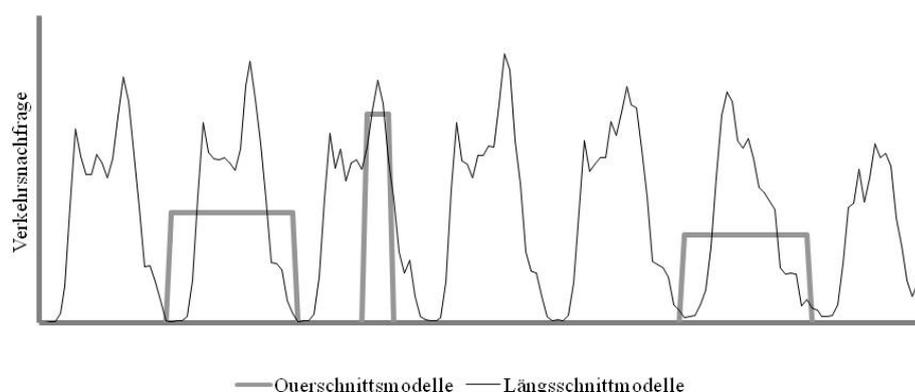


Abbildung 1: Abbildung der zeitlichen Struktur der Verkehrsnachfrage in Querschnitts- und Längsschnittmodellen

Modellierung von Nutzerkreisen

Die Optionen, aus denen Verkehrsteilnehmer bei ihren Entscheidungen wählen können, sind einem ständigen Wandel unterworfen. Augenfällig ist dies in Hinblick auf den Konzentrationsprozess, der sich bei vielen Versorgungs-, Unterhaltungs- und andere Infrastrukturen in den letzten Jahren vollzogen hat. Aber auch in Bezug auf die Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln verändern sich die Mobilitätsoptionen: 17% der erwachsenen Deutschen haben heute keinen Führerschein. Da es sich dabei v.a. um ältere Menschen handelt, ist davon auszugehen, dass langfristig etwa 95% der Erwachsenen einen Führerschein haben. Bis in die jüngste Vergangenheit ist zudem die Ausstattung der Bevölkerung mit Pkw (heute: 520 Pkw pro 1.000 Einwohner) gestiegen. Hinzukommt, dass der öffentliche Verkehr trotz Sparmaßnahmen weiterhin eine hohe Verbindungsqualität bietet, die in vielen Bereichen weiter ausgebaut wird. Unterm Strich bedeutet dies für viele Verkehrsteilnehmer eine erhöhte Verkehrsmittelfreiheit (von der Ruhren, 2004).

Der Befund, dass der öffentliche Verkehr in einem Umfeld zunehmender Pkw-Ausstattung seinen Anteil an der Verkehrsleistung in den letzten Jahren hat leicht erhöhen können (Zumkeller, Chlond, Kuhnimhof, Ottmann, & Kagerbauer, 2006), spricht dafür, dass sich der Verkehrsmittelmarkt in mehrfacher Hinsicht in Bewegung befindet: Zwar schwindet die traditionelle Klientel des öffentlichen Verkehrs, da Schüler und ältere Menschen ohne Zugriff auf einen Pkw einen immer geringeren Anteil der Bevölkerung ausmachen. Allerdings gelingt dem ÖV in diesem Umfeld dennoch eine Erhöhung des Marktanteils, so dass zu vermuten ist, dass immer mehr Verkehrsteilnehmer, die auch Zugriff auf andere Verkehrsmittel haben, den ÖV gelegentlich nutzen.

Die Entscheidungsfreiheit der Verkehrsteilnehmer ist in vielfacher Hinsicht im Wandel. Damit verändern sich Klientele, die einerseits größere Bevölkerungskreise umfassen, andererseits volatiler sind. Kundenbindungsprogramme von Supermarkt-Kundenkarten bis Bonusmeilen spiegeln diese Entwicklung. Sie geben Ausdruck davon, wie wichtig das Erfassen und Verstehen von Klientelen ist.

Klientele lassen sich jedoch nicht auf Basis kurzfristiger Zeiträume erfassen: Es reicht es nicht aus, einen einzelnen Tag, den die meisten Verkehrsmodelle bislang überdecken, für die Abbildung der Optionen von Verkehrsteilnehmern heranzuziehen. Nutzerkreise können nur abgebildet werden, wenn die durch Modelle abgedeckten Zeiträume auf eine größere Zeitspanne ausgedehnt werden, die den Alltag von Verkehrsteilnehmer mehr als nur ausschnittartig umfasst. Das Beispiel der Verkehrsmittelnutzung verdeutlicht dies: Wenige Verkehrsteilnehmer nutzen an einem Tag mehr als ein Verkehrsmittel. Im Lauf einer Woche jedoch nutzen 89% der Verkehrsteilnehmer mehrere Verkehrsmittel und sind damit im weitesten Sinne multimodal. Zur Abbildung von Nutzerkreisen ist somit unabdingbare Voraussetzung, dass ein Modell Längsschnittcharakter hat, d.h. als Modellierungszeitraum mindestens eine Woche überdeckt.

Modellierung von Verhalten unter Budgetrestriktionen

Die realisierte Verkehrsnachfrage ist das Ergebnis des Zusammenspiels von Mobilitätsbedürfnissen und -wünschen auf der einen Seite und einschränkenden Rahmenbedingungen auf der anderen Seite (Hängerstrand, 1970). Auf individueller Ebene stellen dabei verfügbare Budgets eines der entscheidenden Regimes dar. Da sich in Bezug auf verfügbare Budgets – Kostenbudget und Zeitbudget – erhebliche Veränderungen vollziehen, gewinnt eine realistische Abbildung der Budgetrestriktionen auf individuelles Verhalten an Bedeutung. Der Schlüssel hierzu liegt in der Längsschnittmodellierung.

Zeitbudget

Das Zeitbudget spielt bei Verständnis und Modellierung von Verkehrsverhalten eine wichtige Rolle: Nach wie vor werden die Nutzen von Projekten zu erheblichen Teilen auf Basis von in Verkehrsmodellen berechneten Zeitgewinnen abgeschätzt. In der Tat weisen einige Untersuchungen darauf hin, dass im Verkehr gewonnene Zeitersparnisse für andere Aktivitäten eingesetzt werden (Fujii, Kitamura, & Monma, 1997).

Auf der anderen Seite steht der Befund, dass die mittlere Reisezeit pro Person und Tag weitgehend stabil bei etwa 80 Minuten geblieben ist. Stattdessen sind die Aktionsradien der Verkehrsteilnehmer gewachsen (Zumkeller, Poeck, & Zahavi, Verkehr und Stadt als Interaktionsmechanismus, 1980). Diese Beobachtung hat zu der Forderung geführt, Verkehrsmodelle müssten neben Zeitgewinnen auch die Vergrößerung der Aktionsräume modellieren und bewerten können (Metz, 2004), (Mokhtarian & Chen, 2003).

Zeitgewinne fallen kurz- oder mittelfristig bei Personen an, die unter unveränderten Rahmenbedingungen (z.B. Lage von Arbeitsplatz oder Wohnort) von einer Maßnahme im Verkehrssystem profitieren. Langfristig passen Verkehrsteilnehmer jedoch vielfach ihre Rahmenbedingungen, etwa den Wohnort, den neuen Möglichkeiten der Erreichbarkeit an. Die Änderungen der Aktionsradien sind somit eine Folge langfristiger Entscheidungen. Ein umfassendes Verkehrsmodell sollte somit Anpassungsprozesse mit unterschiedlicher zeitlicher Fristigkeit abbilden können.

Gleichzeitig verändern sich die zeitlichen Regimes der Verkehrsteilnehmer, z.B. durch Veränderungen der Arbeitszeiten, durch den größer werdenden Anteil der Bevölkerung im Ruhestand oder durch Liberalisierung von Öffnungszeiten. Sollen die Auswirkungen solcher Veränderungen auf die Verkehrsnachfrage modelliert werden, so sind Modelle erforderlich, die die grundlegenden Mechanismen zwischen Zeitregimes und Verkehrsverhalten auf individueller Ebene realistisch erfassen.

Dabei sind für die Modellierung folgende Eigenschaften der Regimegröße Zeit von Bedeutung: Grundsätzlich hat ein Tag für jede Person 24 Stunden. Die Möglichkeiten, Zeit zwischen Personen zu übertragen oder für später zu sparen, sind sehr eingeschränkt. Im Großen und Ganzen sind es die Einzelpersonen, die ihre Zeit bilanzieren müssen. Dabei zeigen Längsschnittanalysen, dass die Zeitverwendung intrapersonell von Tag zu Tag stark variiert

(Kunert, 1992). Demgegenüber sind beispielsweise Reisezeiten im Vergleich von Woche zu Woche intrapersonell vergleichsweise stabil, d.h. Verkehrsteilnehmer wenden von Woche zu Woche meist etwa ähnlich viel Zeit für Mobilität auf. Hintergrund sind Routinen im Wochenrhythmus, die die Zeitverwendung deutlich prägen. Die individuelle, durchschnittliche wöchentliche Reisezeit kann somit als eine Art Zeitbudget für Mobilität betrachtet werden, nicht jedoch die tägliche Reisezeit.

Für eine realistische Abbildung des Zusammenhangs von Zeitbudget und Verkehrsverhalten ist ein 24-Stunden Tag als Modellierungszeitraum also eindeutig zu kurz. Demgegenüber stellt eine Woche, die gewissermaßen die Wellenlänge des Alltags repräsentiert, einen sinnvollen Modellierungszeitraum hierfür dar.

Geldbudget

Neben dem Zeitbudget stellt das Zusammenspiel von Geldbudget und Kosten für Mobilität einen weiteren Zusammenhang dar, der für die Entwicklung der Verkehrsnachfrage entscheidend ist. Derzeit wenden die Haushalte in Deutschland im Mittel etwa 310 Euro pro Monat für Mobilität auf, was etwa 14% der verfügbaren Haushaltseinkommen entspricht (Destatis, 2006), (Kuhnimhof, Ottmann, & Zumkeller, Adding Value to Your Data: Analysis of Travel Expenses Based on Trip Diary and Enriched Odometer Reading Data, 2008).

Während die Reallöhne seit Anfang der 90er Jahre in Deutschland weitgehend stagnieren, steigt für Arbeitnehmer angesichts der demographischen Entwicklung die Notwendigkeit der Rücklagenbildung. Hieraus wird die Belastung der finanziellen Haushaltsbudgets deutlich. Diese Entwicklung verläuft jedoch äußerst heterogen und betrifft unterschiedliche gesellschaftliche Gruppen in unterschiedlichem Ausmaß. Zudem sind, überlagert von konjunkturellen Schwankungen, angesichts endlicher Ölvorräte und global steigender Nachfrage, langfristig Steigerungen der Energiekosten und damit des Preises der Mobilität absehbar. Vor diesem Hintergrund steigt die Notwendigkeit, dass Verkehrsmodelle die gesellschaftlich sehr heterogenen Auswirkungen von Veränderungen finanzieller Budgets auf die Verkehrsnachfrage abbilden können.

Geldbudgets haben andere Eigenschaften als das Zeitbudget: So sind Geldbudgets alles andere als gleichmäßig unter den Verkehrsteilnehmern aufgeteilt. Außerdem gibt es zahllose Möglichkeiten Geld zu sparen und zwischen Personen zu übertragen. Also ist in der Regel nicht die Einzelperson die natürliche Bilanzierungseinheit für das Geldbudget, sondern der Haushalt. Noch stärker als beim Zeitbudget ist offensichtlich, dass aus finanziellen Ausgaben für Mobilität an einzelnen Tagen so gut wie keine Rückschlüsse auf das Geldbudget für Mobilität gezogen werden können. Als Bilanzierungszeitraum für das Geldbudget scheint ein Monat angebracht zu sein. Ein weiterer Unterschied zum Zeitbudget besteht darin, dass die größten Anteile der Ausgaben für Mobilität aus Fixkosten bestehen: Etwa zwei Drittel der Mobilitätsausgaben fallen für die Haltung eines Pkw oder für ÖV-Zeitkarten an.

Die Modellierung eines individuellen Zusammenhangs von Geldbudget und Mobilitätsverhalten erfordert noch komplexere Modellstrukturen als die Modellierung der Zeitbudgetrest-

riktionen: Erstens, weil das Verhalten und die Budgetaufteilung im Haushaltskontext abgebildet werden muss. Zweitens, weil den Haushalten angemessene Budgets zugeteilt und auf Fix- und variable Kosten aufgeteilt werden müssen.

Wie beim Zeitbudget ist für die realistische Abbildung von Geldbudgetrestriktionen der Längsschnitt, d.h. die Abbildung individueller Entscheidungen über einen längeren Zeitraum, unabdingbare Voraussetzung. Zwar wäre ein Monat hierfür vermutlich ein angemessener Modellierungszeitraum, allerdings kann in Hinblick auf die Wochenzyklen des Alltags auch eine Woche als zeitlicher Rahmen gerechtfertigt werden.

Modellierung der Wirkungen einer neuen Generation von Maßnahmen im Verkehrssystem

Angesichts von Umweltproblemen und einer bereits weit vorangeschrittenen Versiegelung in dicht bevölkerten Gebieten gewinnen neben dem weiteren Ausbau der Verkehrsinfrastruktur zunehmend andere Maßnahmen zur Lösung von Verkehrsproblemen an Bedeutung. Eine neue Generation von Maßnahmen zielt vor allem auf eine effizientere Ausnutzung der bestehenden Infrastruktur ab.

Beispielsweise erhofft man sich Veränderungen der Zeitstruktur der Nachfrage. Für diesen Zweck wird auf innovative Informationstechnologien gesetzt oder – in einer erweiterten möglichen Stufe – auf zeitlich gestaffeltes Roadpricing (Zumkeller, Kuhnimhof, & Gringmuth, Logitudinal Simulation of Travel under Budget Constraints, 2006), wie es z.B. bereits in Singapur eingeführt ist. Wahlweise können mit solchen oder ähnlichen Maßnahmen auch alternative Routenwahl, d.h. räumliche Verlagerung von Verkehr, oder die Wahl eines anderen Verkehrsmittels bezweckt werden (Mock-Hecker, Hug, & Würtenberger).

In jedem Fall spielen die Freiheitsgrade der Verkehrsteilnehmer hierbei eine Schlüsselrolle. Dies reicht von den zur Verfügung stehenden alternativen Verkehrsmitteln, die oben diskutiert wurden, bis hin zu den zeitlichen Freiheitsgraden. Auch letztere können nur sehr eingeschränkt auf Basis des herkömmlichen 24-Stunden-Modellzeitraum beurteilt und modelliert werden, z.B. weil Einkäufe zwischen Wochentagen verschoben werden können. Längsschnittmodelle bieten hier deutliche Vorteile, weil sie nicht nur zeitliches Umschichten von Aktivitäten intrapersonell konsistent abbilden können, sondern beispielsweise auch Lernprozesse bei Verkehrsteilnehmern.

Der Weg zu mikroskopischen, längsschnittorientierten Modellen der Verkehrsnachfrage

Der Grundgedanke, die Mobilität von Individuen im Zusammenhang eines längeren Zeitraums zu betrachten und damit ein umfassenderes und konsistenteres Verständnis von Verkehrsnachfrageprozessen zu fördern, ist nicht neu (Zumkeller, Ein sozialökologisches Verkehrsmodell zur Simulation von Maßnahmewirkungen, 1989). Vergleichsweise jung sind

jedoch die ersten ernsthaften Schritte in Richtung längsschnittorientierter Verkehrsnachfragemodellierung. Erst die Verfügbarkeit von entsprechenden Daten (siehe „Längsschnittorientierte Erhebungsdaten zum Verkehrsverhalten“) in den letzten Jahren ermöglichte den Zugang zu dieser Dimension der Modellierung. Im Folgenden werden Grundsätze wichtiger Konzepte existierender Modellkomponenten dargestellt, die die Modellierung individuellen Verhaltens im Längsschnitt ermöglichen.

Modellierung der lang- und mittelfristigen individuellen Rahmenbedingungen von Mobilität

Ausgangspunkt für Modelle der Verkehrsnachfrage bildet in der Regel eine virtuelle Bevölkerung, die der abgebildeten realen Bevölkerung in entscheidenden Eigenschaften entspricht. Dies umfasst in erster Linie die sozio-demografische Struktur der Bevölkerung, also der Bevölkerungsaufbau nach Alter, Geschlecht und Haushaltsgröße. Damit sind bereits wichtige Rahmenbedingungen der Mobilität, z.B. die Rolle von Personen im Haushalt und die damit einhergehenden Pflichten, festgelegt.

In der Realität bilden weitere äußere Randbedingungen den Rahmen für individuelles Verkehrsverhalten im Alltag. Arbeits- oder Ausbildungszeiten, Lage und Erreichbarkeit des Arbeits- oder Ausbildungsplatzes und in vielen Fällen das Pendelverkehrsmittel determinieren bereits einen großen Teil der Alltagsmobilität und sind vielfach bestimmend für die verbleibenden Freiräume für andere Aktivitäten. Die berufliche Situation ist üblicherweise nicht nur mitentscheidend für das Geldbudget sondern auch für das Zeitbudget. Darüber hinaus beeinflusst die Verfügbarkeit von Mobilitätswerkzeugen, z.B. der Besitz eines Pkw, eines Fahrrads oder einer ÖV-Zeitkarte, die Mobilitätsoptionen im Alltag wesentlich.

Vor diesem Hintergrund ist die Modellierung der Randbedingungen für Mobilität eine Voraussetzung für wirklichkeitsnahe Abbildung alltäglichen Verhaltens. Je nach Datenverfügbarkeit und Modellkonzept empfiehlt es sich unter Umständen, viele Randbedingungen der Mobilität bereits bei der Generierung der virtuellen Bevölkerung zu berücksichtigen. So werden im Modell mobiTopp Sekundärstatistiken zu Pkw-Verfügbarkeit (KBA-Statistik) oder Pendelbeziehungen (Pendlerverflechtungsmatrix der Bundesagentur für Arbeit) als ergänzende Randverteilungen beim Iterative Proportional Fitting zur Haushaltsgenerierung genutzt (mobiTopp, 2009).

Ein anderes Konzept besteht darin, die Randbedingungen weitgehend durch eine Sequenz aufeinander abgestimmter Entscheidungsmodelle im Anschluss an die Generierung der virtuellen Bevölkerung zu bestimmen. So können die berufliche Situation mit Lage des Arbeitsplatzes, Arbeitszeit pro Woche, Verkehrsmittelverfügbarkeit und Budgets modelliert werden (Kuhnimhof T., Längsschnittmodellierung der Verkehrsnachfrage zur Abbildung multimodalen Verhaltens, 2007) Dieses Konzept hat zwar den Vorteil einer größeren Flexibilität und setzt z.B. nicht voraus, dass für Planfälle die Pendlerverflechtungen extern modelliert werden müssen. Der Nachteil besteht aber in einem größeren Einfluss stochastischer Prozesse in den einzelnen Entscheidungsmodellen auf das Gesamtmodellergebnis.

Modellierung mehrtägiger Aktivitätenpläne

Der Kern aller aktivitätenbasierten Individualverhaltensmodelle ist die Generierung realistischer Aktivitätenpläne für den Modellierungszeitraum. Die Leitvision für diese Modellkomponente ist eine realistische Abbildung von Pflichten, Bedürfnissen und Wünschen der Verkehrsteilnehmer und deren Verwirklichung unter den Einschränkungen der Realität. In letzter Konsequenz lassen sich nur dann realistische Verhaltensänderungen unter Maßnahme- oder Szenariobedingungen modellieren, wenn die latenten Bedürfnisse und Wünsche der Menschen modelliert werden können.

Allerdings gibt es derzeit so gut wie kein Datenmaterial, um ein solches Modellkonzept empirisch verlässlich zu hinterlegen. Für Anwendungen in der Praxis gibt es vor diesem Hintergrund zunächst wenig Alternativen, als der Modellierung von Aktivitätenplänen beobachtetes, d.h. wirklich durchgeführtes Verhalten zugrunde zu legen. Dies gilt bei Längsschnittmodellen umso mehr, da die Erstellung von mehrtägigen Aktivitätenplänen eine weitaus größere Herausforderung an die Kombinatorik darstellt, als dies bei Querschnittsmodellen der Fall ist.

Angesichts der für Anwendungen in der Praxis notwendigen Handhabbarkeit der Rechenzeiten, stellt der Übertrag von in der Realität durchgeführten Aktivitätenplänen aus Längsschnitterhebungen auf die virtuellen Verkehrsteilnehmer in einer Simulation derzeit einen sinnvollen Weg dar. Dabei sollten die sozio-demografischen, sozio-ökonomischen und raumtypspezifischen individuellen Rahmenbedingungen der Personen in der Erhebung und der Simulation ähnlich sein.

Allerdings wurden beobachtete Aktivitätenpläne unter anderen konkreten räumlichen Rahmenbedingungen durchgeführt als sie einer Modellanwendung zugrundeliegen. Dementsprechend sind erhobene Aktivitätenpläne nicht eins-zu-eins übertragbar, sondern müssen angepasst werden, z.B. weil Übergangszeiten zwischen Aktivitäten sich unterscheiden, je nach dem wo mögliche Aktivitätenorte liegen. Dabei kann die Anpassung von erhobenen Aktivitätenplänen an Simulationsbedingungen unterschiedlich tief greifen.

Für die Praxis vielfach ausreichend ist der in mobiTopp gewählte Weg: Hier werden gemessene Aktivitätenpläne weitgehend beibehalten und nach durchgeführter Zielwahl ausschließlich die Abfahrts- und Aktivitätenbeginnzeiten angepasst, so dass realistische Übergangszeiten zwischen Aktivitätsorten eingehalten sind (mobiTopp, 2009).

Eine tiefer greifende Anpassung erhobener Aktivitätenpläne ist ihre Re-Interpretation als Agenda geplanter Aktivitäten mit bestimmten Eigenschaften, etwa möglichen Zeitfenster oder möglichen Zielorten für jede Aktivität. Unter diesen einschränkenden Rahmenbedingungen und unter Budgetrestriktionen können die Aktivitäten dann zeitlich und örtlich allokiert werden, z.B. mit einem Scheduling Algorithmus aus der Gruppe der Greedy-Algorithmen (Zumkeller, Kuhnimhof, & Gringmuth, Logitudinal Simulation of Travel under Budget Constraints, 2006).

Die Schwäche des Übertrags erhobener Aktivitätenprogramme auf eine virtuelle Bevölkerung liegt darin, dass grundlegende Verschiebungen im Verhalten von Verkehrsteilnehmern, die z.B. aus unter realen Umständen unterdrückten Mobilitätswünschen resultieren, nicht modelliert werden können. Demgegenüber steht jedoch der Vorteil, dass Verteilungen von Aktivitätenhäufigkeiten, -dauern, -rythmen etc. wirklichen Randvorgaben entsprechen und auch auf individueller Ebene die Forderung nach realistischer intrapersoneller Variabilität und Stabilität von Verhalten eingehalten ist.

Abbildung von Routinen bei Ziel-, Verkehrsmittel- und Routenwahl

Im Vergleich zu Querschnittsmodellen sind bei Modellen, die mehrere Tage umfassen, höhere Anforderungen an Ziel-, Verkehrsmittel- und Routenwahl gestellt. Hintergrund ist die Notwendigkeit, auf individueller Ebene das richtige Maß an Varianz und Stabilität im Verhalten abzubilden. Das heißt beispielsweise, dass die Verkehrsteilnehmer im Modell im richtigen Maß zwischen unterschiedlichen Einkaufszielen variieren, aber auch gewohnheitsmäßig immer wieder dieselben Läden aufsuchen, wie dies in der Realität auch der Fall ist. Dasselbe gilt ebenso für Verkehrsmittelwahl und Routenwahl.

Eine pragmatische Lösung für dieses Problem besteht darin, die Auswahlmöglichkeit auf individueller Ebene realistisch zu begrenzen. Dies führt dazu, dass die virtuellen Verkehrsteilnehmer in ihren Entscheidungen zwar variieren, jedoch auch gezwungen sind, hin und wieder dieselbe Wahl zu treffen. Bei der Zielwahl zeigt sich beispielsweise, dass sich bei einer Wochensimulation ein wirklichkeitsnahes Maß an Varianz einstellt, wenn den virtuellen Verkehrsteilnehmern vier verschiedene Einkaufsziele zur Verfügung gestellt werden (Kuhnimhof 2007). Beim Berufs- oder Ausbildungspendeln fällt es noch leichter, eine realistische Stabilität des Verhaltens herbeizuführen, da es hier in der Regel pro Person nur ein Ziel gibt. Durch die Verkehrsmittelverfügbarkeit des Einzelnen sind auch bei der Verkehrsmittelwahl die Entscheidungsmöglichkeiten von vornherein begrenzt.

Im wirklichen Leben sind nicht nur eingeschränkte Entscheidungsmöglichkeiten, sondern auch Vorlieben und Routinen der Hintergrund für Stabilität individueller Entscheidungen. In diskreten Wahlmodellen gelingt es auch, in den Nutzenfunktionen der Alternativen die Routinen und Vorlieben für bestimmte Optionen zu berücksichtigen. Bei der Verkehrsmittelwahl wurden solche Konzepte bereits umgesetzt (Kuhnimhof T. , Längsschnittmodellierung der Verkehrsnachfrage zur Abbildung multimodalen Verhaltens, 2007). Um insgesamt eine realistischere Abbildung intrapersoneller Varianz und Stabilität zu erhalten, liegt auch für andere Modellstufen die Zukunft in der Berücksichtigung von individuellen Vorlieben und routinemäßigem Verhalten.

Erste Anwendungen

Modellierung der Wirkungen dynamischer Nutzerinformationssysteme in Ulm

Von dynamischen Nutzerinformationssystemen im ÖV erhofft man sich zum einen allgemein positive Nachfrageeffekte für den ÖV, zum anderen die Möglichkeit eines besser an der Nachfrage orientierten und damit effizienteren ÖV-Angebots. Um im Vorfeld einer Implementierung solcher Dienste deren Potentiale und damit die Wirksamkeit der Investition abschätzen zu können, sind entsprechende Modellrechnungen sinnvoll.

Das Modell mobiTopp, das mikroskopisch Verkehrsnachfrage und -ablauf simuliert, wurde eingesetzt, um am Beispiel des Untersuchungsgebietes Ulm die Wirkungen dynamischer Nutzerinformationssysteme abzubilden. Hierzu wurde mobiTopp um ein spezielles Wirkungsmodell erweitert (Wittowsky & Schnittger, Wie beeinflussen innovative Informationstechnologien das Mobilitätsverhalten im öffentlichen Personennahverkehr?, 2008). Dabei wurde die Nutzung verfügbarer dynamischer Nutzerinformationssysteme durch Verkehrsteilnehmer bei Entscheidungen im Rahmen der alltäglichen Mobilität in der virtuellen Simulationsumgebung modelliert.

Diese Modellanwendung simulierte somit nicht nur die Aktivitäten der Personen und die damit verbundene Mobilität einschließlich Verkehrsablauf. Zusätzlich wurde das Zusammenspiel von Verkehrsteilnehmern, einer dynamischen Fahrplanauskunft, von der Verkehrsteilnehmer über unterschiedliche Kommunikationsmittel Informationen abrufen können, und dem Verkehrssystem abgebildet. Dies erfolgte durch eine Verknüpfung der Informationsdienste mit der Nachfragesimulation über ein Nutzerakzeptanzmodell (Abbildung 2) (Wittowsky & Schnittger, MobiTopp – Ein verhaltensorientiertes Verkehrsplanungsinstrumentarium, 2002).

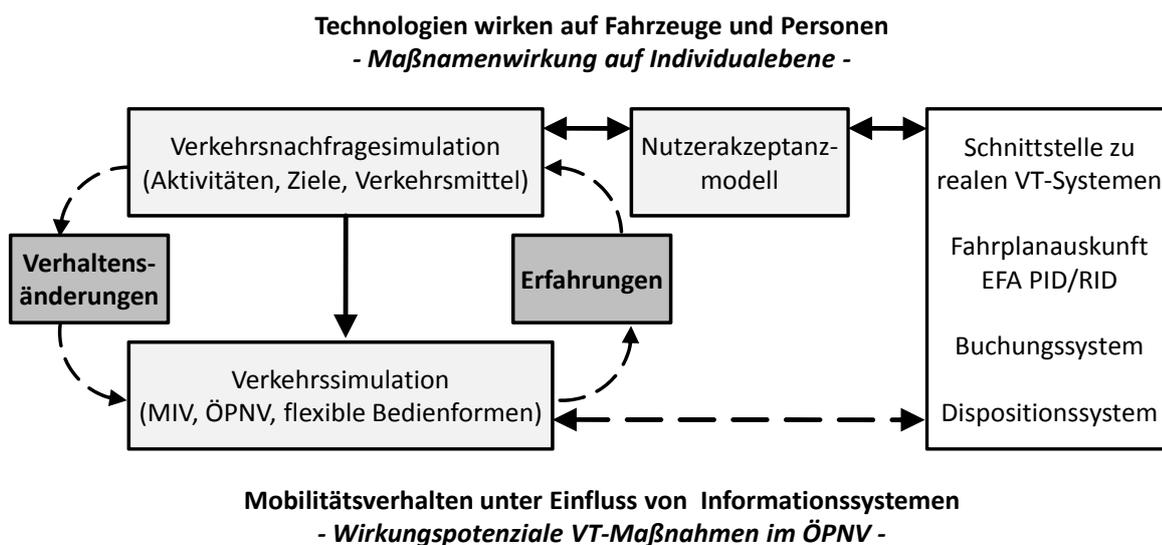


Abbildung 2: Verknüpfung der Nachfragesimulation in mobiTopp mit dynamischen Nutzerinformationssystemen

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass unter Maßnahmebedingungen Online-Fahrplanauskünfte gegenüber dem herkömmlichen statischen Fahrplan deutlich an Bedeutung gewinnen. Im ländlichen Raum ist aufgrund des schwächeren ÖPNV-Angebotes die Nutzung der Informationsdienste höher. Dies gilt insbesondere bei der Einführung dynamischer Echtzeitinformation, die im Szenario Innovation simuliert wurde.

Einer der simulierten Informationsdienste informierte ÖPNV-Nutzer kurzfristig über Störungen, um ihnen damit Ausweichmöglichkeiten zu eröffnen. Im Modellergebnis zeigte sich, dass etwa 5% der Einwohner in der Gesamtregion diesen Dienst nutzen würden, im ländlichen Bereich etwa 9%. Fast alle Nutzer sind Zeitkartenbesitzer und damit regelmäßige ÖPNV-Kunden. Die Befürchtung, dass als Folge einer solchen Information über Störungen im ÖPNV Kunden auf andere Verkehrsmittel ausweichen und langfristig abwandern, konnte nicht bestätigt werden, da weiterhin dreiviertel der Kunden den ÖPNV für ihre Fahrt nutzen. Stattdessen verringert sich durch die frühzeitige Information die Zahl der unzufriedenen ÖPNV-Kunden.

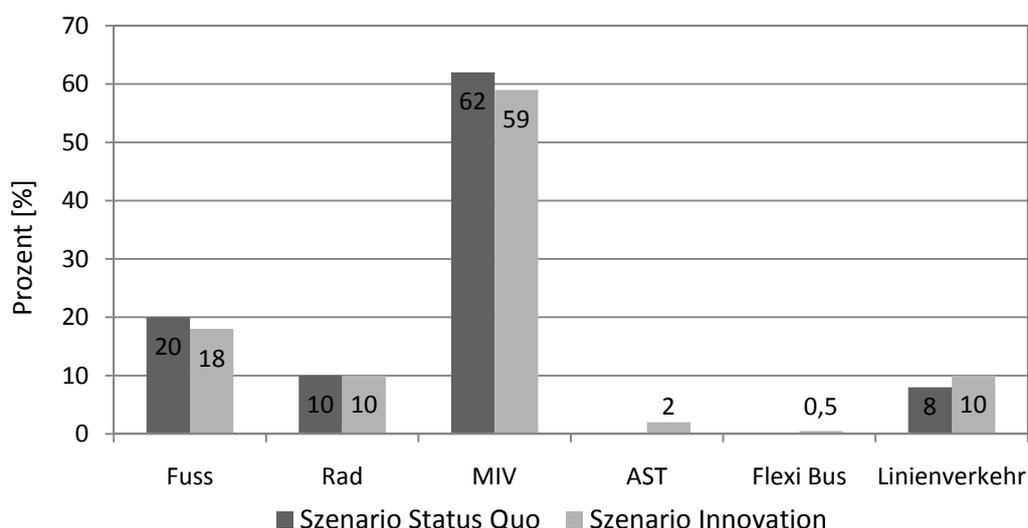


Abbildung 3: Verkehrsmittelnutzung in Szenarien mit unterschiedlichen dynamischen Nutzerinformationsdiensten (AST = Anrufsammeltaxi)

Durch die Simulation konnten nicht nur Veränderungen in der Nutzung von Informationen abgebildet werden. Es konnten zudem die Auswirkungen dieser Dienste auf die Nachfrage modelliert werden.

Abbildung 3 zeigt die Veränderungen im Modal-Split in Szenario Innovation gegenüber dem Status-Quo. Es zeigt sich, dass der ÖPNV zusätzliche Marktanteile gewinnen kann. Dies hat unter anderem zur Folge, dass die Systemgeschwindigkeit steigt und damit die mittlere ÖPNV-Reisezeit für den Kunden um dreieinhalb Minuten pro Tag sinkt. Die Wirkungen sind jedoch stark von der Raumstruktur abhängig. Dies zeigt sich z.B. darin, dass die flexiblen Bedienformen Anrufsammeltaxi und FlexiBus hauptsächlich im ländlichen Raum hinzugewinnen.

Insgesamt machen die Modellergebnisse das Potenzial effizienter, flexibler und individueller ÖPNV-Angebote in ländlichen Regionen als Antwort auf veränderte Nachfragestrukturen deutlich.

Modellierung von Veränderungen von Verkehrsmittelnutzerkreisen in Erlangen

Eine weitere Anwendung längsschnittorientierter Mikrosimulation von Verkehrsverhalten fand im Rahmen einer Abschätzung der Folgen demografischer Veränderungen und weiter zunehmender Pkw-Ausstattung für die Nutzerkreise von Verkehrsmitteln in der Stadt Erlangen statt. Bei der sieben Tage umfassenden Modellierung des Analysefalls konnten zunächst Kenngrößen aus einer Verkehrsbefragung aus dem Jahr 2005 gut reproduziert werden.

Anschließend wurde das kalibrierte Modell eingesetzt, um ein Zukunftsszenario des Jahres 2020 zu modellieren. Diesem Szenario wurden lediglich Veränderungen der demografischen Struktur, v.a. eine Alterung der Gesellschaft und eine weiter fortschreitende Pkw-Ausstattung, zugrunde gelegt. Nach diesen Vorhersagen wird v.a. der Anteil älterer Frauen ohne Pkw deutlich abnehmen. Dies sind weitgehend prototypische Entwicklungen für mitteleuropäische Städte. Für alle anderen Rahmenbedingungen, z.B. ÖV-Ausstattung und reale Kraftstoffpreise, galten im Szenario die Status-Quo-Bedingungen des Jahres 2005.

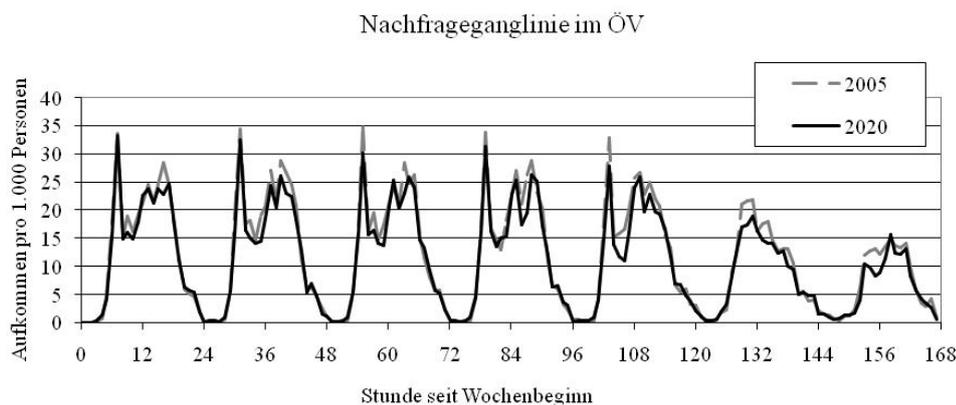


Abbildung 4: Nachfrage im öffentlichen Verkehr im Wochenverlauf 2005 und 2020 (Simulationsergebnisse)

Die Simulationsergebnisse deuten darauf hin, dass die Gesamtverkehrsnachfrage 2020 gegenüber 2005 kaum verändert sein wird. Allerdings sind Veränderungen in der Verkehrsmittelnutzung absehbar: Die Nachfrage im ÖV sinkt unter den beschriebenen Voraussetzungen um etwa 6%. Grund sind zum einen sinkende Schülerzahlen, die für weniger ÖV-Nachfrage in den Spitzenstunden sorgen (Abbildung 4). Zum anderen sinkt die Nachfrage aber auch, weil weit weniger ältere Menschen auf den ÖV angewiesen sind als in der Vergangenheit. Allerdings – und hier sind die spezifischen Vorteile der Längsschnittsimulation zu sehen – finden deutliche Verschiebungen innerhalb der ÖV-Nutzerkreise statt (Tabelle 1): Zwar sind weniger Menschen auf den ÖV angewiesen, aber der ÖV schafft es gleichzeitig, etwas mehr Gelegenheitsnutzer anzuziehen. Ohne diesen Effekt wäre es um die Zukunft des ÖV noch

schlechter bestellt. Gleichzeitig sind hier noch weitere Potentiale für den öffentlichen Verkehr hervorzuheben.

Bevölkerung nach längerfristigen Verkehrsmittelnutzerkreisen [%]	2005	2020	Veränderung [%]
Sowohl MIV als Fahrer als auch ÖV	46,3	48,2	4
Nur ÖV	22,3	18,2	-18
Weder MIV als Fahrer noch ÖV	3,3	2,5	-24
Nur MIV als Fahrer	28,1	31,0	11
Summe	100	100	-

Tabelle 1: Bevölkerung Erlangens nach längerfristigen Verkehrsmittelnutzerkreisen 2005 und 2020

Zusammenfassung und Ausblick

Verkehrsmodelle dienen dazu, verkehrspolitische und -planerische Entscheidungen zu unterstützen, indem sie Zusammenhänge offen legen und die Verkehrsnachfrage unter variierenden Rahmenbedingungen darstellen. Die Möglichkeiten der Begutachtung und Bewertung von Nachfragezuständen sind dabei umso umfassender, je differenzierter ein Modell die Nachfrage abbildet. Im vorliegenden Beitrag wurde vorgestellt, welche neuen Möglichkeiten sich durch die Längsschnitorientierung von mikroskopischen Verkehrsnachfragemodellen eröffnen. Beispielsweise kann abgebildet werden, wie Verkehrsteilnehmer die ihnen gegebenen Optionen, etwa in Hinblick auf Verkehrsmittelwahl, nutzen. Darüber hinaus können Budgetrestriktionen bei der Modellierung von Mobilitätsverhalten berücksichtigt werden.

Die Herausforderungen bei der Längsschnittsimulation liegen in der realitätsnahen Abbildung von intrapersoneller Varianz und Stabilität bei gleichzeitiger Wahrung von Konsistenz und Plausibilität individuellen Verhaltens. Der Beitrag stellt Möglichkeiten dar, diesen Herausforderungen bei der praktischen Modellierung zu begegnen. Dabei ist zunächst die realistische Abbildung individueller Rahmenbedingungen von Mobilität zentral. Zum zweiten müssen mehrtätige Aktivitätenpläne für die Individuen in der Simulation erstellt werden. Hierfür bieten sich unterschiedliche Verfahren an, wobei der Übertrag beobachteten Verhaltens in eine Modellsituation ein praktikabler Weg ist. Zum dritten müssen bei diskreten Wahlentscheidungen im Rahmen der Alltagsmobilität individuelle Variabilität und Stabilität des Verhaltens richtig abgebildet werden.

Derzeit sind in der praktischen Umsetzung der Längsschnitorientierung der Modelle noch nicht alle Voraussetzungen erfüllt, um die Vorteile des Längsschnitts in vollem Umfang nutzen zu können. Beispielsweise liegt noch keine praktisch umsetzbare theoretische Grundlage zur Geldbudgetallokation innerhalb von Haushalten vor. Hier muss somit weitere Arbeit geleistet werden, um die volle Kapazität des Längsschnitts ausschöpfen zu können ohne dabei die für die praktische Anwendung wichtigen Rechenzeiten zusätzlich in die Höhe zu treiben.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die mikroskopische Modellierung der Verkehrsnachfrage im Längsschnitt eine zukunftsweisende Erweiterung bestehender Modellkonzepte ist. Erste Umsetzungen sind bereits praxistauglich und erweitern das Spektrum der Möglichkeiten gutachterlicher Beurteilung von Verkehrsnachfragezuständen. Die Längsschnittmodellierung liefert einen wichtigen Beitrag zur belastbaren Vorhersage von Maßnahmewirkungen und zukünftigen Nachfragezuständen und unterstützt damit tragfähige planerische Entscheidungen in einem Umfeld komplexer gesellschaftlicher Veränderungen.

Literaturverzeichnis

Abay, & Meier. (2003). Vorstudie zu den Wechselwirkungen Individualverkehr - öffentlicher Verkehr infolge von Verkehrstelematik-Systemen. *Forschungsauftrag SVI 2001/412*. Zürich: Eidgenössische Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Straßen.

Destatis. (2006). Abgerufen am 6. Dezember 2006 von Webseite des statistischen Bundesamt: <http://www.destatis.de>

Deutsches Mobilitätspanel. (2009). Abgerufen am 9. Februar 2009 von Webseite des Deutschen Mobilitätspanels: <http://www.mobilitätspanel.de>

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen). (2002). *Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS)*. Köln.

Fujii, S., Kitamura, R., & Monma, T. (1997). A study of commuters' activity patterns for the estimation of induced trips. *Journal of Infrastructure Planning and Management* 562, S. 109-120.

Hängerstrand, T. (1970). What about People in Regional Science? In *Regional Science Association Papers* 24 (S. 7-21).

Kuhnimhof, T. (2007). *Längsschnittmodellierung der Verkehrsnachfrage zur Abbildung multimodalen Verhaltens*. Karlsruhe: Dissertation am Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe. IfV Schriftenreihe Heft 66/07.

Kuhnimhof, T. (2006). Mobilität und Zeit - Längsschnittanalysen auf Basis des MOP und Konzepte zur mikroskopischen Modellierung. *Arbeitsberichte des Instituts für Verkehrswesen*. Universität Karlsruhe: Institut für Verkehrswesen.

Kuhnimhof, T., Ottmann, P., & Zumkeller, D. (2008). Adding Value to Your Data: Analysis of Travel Expenses Based on Trip Diary and Enriched Odometer Reading Data. *Paper presented on the 8th International Conference on Survey Methods in Transport (ISCTSC)*. Annecy, May 27.-30. 2008.

Kunert, U. (1992). Individuelles Verhalten im Wochenverlauf. *DIW Beiträge zur Strukturforchung* 130.

- Metz, D. (2004). Travel Time - Variable or Constant. *Journal of Transport Economics and Policy* 38 [Part 3] , S. 333-344.
- mobiTopp* . (2009). Abgerufen am 9. Februar 2009 von Webseite des Mikrosimulationsmodells *mobiTopp*: <http://www.mobitopp.de>
- Mock-Hecker, Hug, & Würtenberger. (kein Datum). Transport Demand Management by Electronics Fee Collection in a Zone-based Pricing Scheme - The Stuttgart MobilPASS Field Trial. *Transport Research Board, 76th Annual Meeting* . Washington, January 12.-16., 1997.
- Mokhtarian, P. L., & Chen, C. (2003). TTB or Not TTB, that is the Question: A Review and Analysis of the Empirical Literature on Travel Time (and Money) Budgets. *Working paper* . California: Davis.
- von der Ruhren, S. (2004). Bestimmung Multimodaler Personengruppen. *Endbericht ui FE 70.724-2003* . Aachen: Institut für Stadtbauwesen der RWTH Aachen.
- Wittowsky, D. (2009). Dynamische Informationen im ÖPNV - Evaluierung und Wirkungsbetrachtung. *Schriftreihe Institut für Verkehrswesen* . Universität Karlsruhe (TH).
- Wittowsky, D., & Schnittger, S. (2002). *mobiTopp* - Ein verhaltensorientiertes Verkehrsplanungsinstrumentarium. *Heureka* 02 , S. 392 ff.
- Wittowsky, D., & Schnittger, S. (11 2008). Wie beeinflussen innovative Informationstechnologien das Mobilitätsverhalten im öffentlichen Personennahverkehr? *Straßenverkehrstechnik* , S. 684-692.
- Zumkeller, D. (1989). Ein sozialökologisches Verkehrsmodell zur Simulation von Maßnahmewirkungen. *Schriftreihe des Institut für Stadtbauwesen der Technischen Universität Braunschweig, Heft 46* . Braunschweig.
- Zumkeller, D. (1994). Paneluntersuchungen zum Verkehrsverhalten. *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 688* . Bonn: Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Straßenbau.
- Zumkeller, D., Chlond, B., & Kagerbauer, M. (2008). Regional Panels against the Background of the German Mobility Panel. *Paper presented at the 8th International Conference on Survey Methods in Transport* . Annecy May 25.-31. 2008.
- Zumkeller, D., Chlond, B., & Manz, W. (2004). Infrastructure Development in Germany Under Stagnating Demand Conditions: A new Paradigm? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1864 , S. 121-128.
- Zumkeller, D., Chlond, B., Kuhnimhof, T., Ottmann, P., & Kagerbauer, M. (2006). Panelauswertung 2005. *Datenaufbereitung, Plausibilisierung, erste Auswertungen zu den Erhebungen zur Alltagsmobilität 2004/06 sowie zu den Fahrleistungen und Treibstoffverbräuchen 2005/07 für das Mobilitätspanel*. *Zwischenbericht FE 70.0753/2004* . Karlsruhe: Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.

Zumkeller, D., Chlond, B., Manz, W., & Last, J. (2006). Long Distance travel in a Longitudinal Perspective: The INVERMO Approach in Germany. *Presented at the Transportation Research Board 85th Annual Meeting* . Washington.

Zumkeller, D., Kuhnimhof, T., & Gringmuth, C. (2006). Logitudinal Simulation of Travel under Budget Constraints. *Paper presented at the 11th International Conference of Travel Behavior Research* . Kyoto, August 16.-20. 2006.

Zumkeller, D., Madre, J.-L., Chlond, B., & Armoogun, J. (2004). Panel-Surveys - Resource paper for workshop A8. *7th International Conference on Travel Survey Methods* . Costa Rica.

Zumkeller, D., Poeck, M., & Zahavi, Y. (1980). Verkehr und Stadt als Interaktionsmechanismus. *Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Verkehr. A 25/16.39.10-1/78* . Düsseldorf.

Oliver Lipps
Schweizer Stiftung für die Forschung in den Sozialwissenschaften (FORS)
Universität Lausanne

Das Deutsche Mobilitätspanel – Was kann es von sozialwissenschaftlichen Panellerhebungen lernen?

Einführung

Als ich im Herbst 1995 meine Tätigkeit am Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe aufnahm, lag die erste Welle des Deutschen Mobilitätspanels (MoP) bereits ein Jahr zurück. Meine Hauptaufgaben bestanden darin, MoP Nutzerdatensätze mit Hilfe der Software SAS[®] aufzubauen und die Datensätze mit den enthaltenen Variablen zu dokumentieren. Die Dateien umfassten im Einzelnen eine Haushalts-, eine Personen-, und eine Wegedatei. Ich konstruierte auch eine Personenwochendatei, die individuelle Mobilitätsindikatoren für alle berichteten Wochentage umfasste.

Von Anfang an arbeitete ich eng mit Bastian Chlond und Dirk Zumkeller zusammen. Zusammen mit Bastian Chlond analysierte ich die Daten auf Konsistenz, bereinigte Fehler, und berechnete die relevanten Mobilitätsindikatoren. Die spannendsten Ereignisse waren die Vorstellungen der Mobilitätsindikatoren nach jeder neuen Welle beim Verkehrsministerium in Bonn. Diese Indikatoren umfassten zum Beispiel die tägliche mittlere Verkehrsleistung oder das Mobilitätszeitbudget, oder der Anteil Personen die an einem Tag außer Haus waren.

Für mich und die anderen Mitglieder des Instituts war das MoP sowohl eine neue Erfahrung als auch eine Herausforderung. Für Verkehrsverhaltensforscher waren in Deutschland damals lediglich Daten der drei nationalen Querschnitterhebungen KONTIV (“Kontinuierliche Verkehrserhebungen”) 1976, 1982, und 1989 verfügbar. Die KONTIV Erhebungen

waren zum Teil mit Datenproblemen behaftet, nur eingeschränkt vergleichbar (Kloas, Kunert, & Kuhfeld, 1993), (Zumkeller, Chlond, & Lipps, 1996), und als wiederholte Querschnittstichproben nicht in der Lage, Entwicklungen des *individuellen* Verkehrsverhaltens zu messen. Somit wurde große Hoffnung in das MoP gesetzt, diese Lücke zumindest teilweise zu schließen.

Nach meinem Weggang vom Institut für Verkehrswesen arbeitete ich an Problemen des Designs und der Analyse von sozialwissenschaftlichen Panels. Im Nachhinein glaube ich, dass das MoP enormen Nutzen aus den Erfahrungen von sozialwissenschaftlichen Panelstudien ziehen kann. Dies betrifft datenqualitätsbezogene Aspekte wie das Stichprobenverfahren und die Datenerhebung, aber auch inhaltliche Aspekte wie erhobene Informationen und die adäquate Analyse der Längsschnittdaten.

Dieses Papier ist wie folgt aufgebaut: Ich gebe zuerst ein Beispiel, das Methoden der Verkehrsverhaltensforschung in der Humangeografie aufzeigt, welche für Verkehrsplaner überraschend erscheinen. Die Botschaft besteht darin, dass man dennoch von anderen Disziplinen lernen und profitieren kann und auch sollte. Im Anschluss stelle ich zentrale Theorien, Konzepte und Perspektiven vor, die allgemeinen sozialwissenschaftlichen Panelerhebungen zugrunde liegen. Danach beschreibe ich einige Analysemethoden für Paneldaten bevor ich spezifische Bereiche skizziere, in denen das MoP meines Erachtens besonders von sozialwissenschaftlichen Panels und Längsschnittmethoden profitieren könnte.

Mobilitätszeitbudget und Verkehrsmittelwahl in der Humangeographie

Auch Forscher aus anderen als ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen interessieren sich für verkehrsverhaltensspezifische Aspekte wie dem Mobilitätszeitbudget und der Verkehrsmittelwahl. Ökonomen erklären Verkehrsverhalten mittels haushaltsspezifischen und individuellen Charakteristika und räumlichen Verkehrsangeboten durch Modelle, die meist auf der Nutzentheorie basieren. Einstellungen können eine Rolle spielen, sollten aber gegenüber den klassischen Faktoren Kosten und Zeit nicht überschätzt werden (Kickner, 1998). Einen ähnlichen Ansatz wählt die Humangeografin Caroline Kramer in ihrer Habilitationsschrift "Zeit für Mobilität – Räumliche Disparitäten der individuellen Zeitverwendung für Mobilität in Deutschland" (Kramer, 2005). Für diese Arbeit erhielt Kramer den "Dr. Meyer-Struckmann-Wissenschaftspreis 2006". Um das individuelle Mobilitätszeitverhalten zu untersuchen, benutzte sie vor allem Zeitverwendungsdaten die vom Statistischen Bundesamt erhoben wurden. Diese wurden ergänzt um qualitative vertiefende Interviews, mittels derer mehr über die Bewertung der Mobilitätszeit verschiedener Verkehrsmittel erfahren werden sollte. In einer Pressemitteilung wird die folgende Zusammenfassung von Kramers Werk gegeben:

"Zeit ist eine unserer wichtigsten Ressourcen im Alltag. Auch Entscheidungen darüber, was nah oder fern ist, werden zunehmend über die zeitliche und weniger über die räumliche Distanz gefällt. Wie die Ressource "Zeit" im sozialen und räumlichen, individuellen Kontext verteilt ist, ist Thema von Caroline Kramers wissenschaftlicher Arbeit [...] Wie entwickelt

sich die Mobilität in einer modernen Gesellschaft? Sind wir wirklich unterwegs zu dem vorhergesagten ‚rasenden Stillstand‘, in dem der Raum und dessen Überwindung bedeutungslos wird? [...] Als theoretisches Konzept liegt eine Erweiterung der klassischen „Time Geography“ zugrunde, die die Brücke zu soziokulturellen und psychischen Prozessen schlägt. Eine Grundthese der Arbeit ist, dass Zeit für Mobilität als Ressource nicht nur sozial, sondern auch räumlich ungleich verteilt ist. Es stellt sich somit die Frage, inwieweit der Kontext zusammen mit akteurspezifischen Merkmalen auf Mobilitätszeiten und die Verkehrsmittelwahl einwirkt. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Einfluss der subjektiven Bewertungen der Mobilitätszeit und der genutzten Verkehrsmittel, wie folgendes Beispiel zeigt: Für den passionierten PKW-Fahrer kann selbst eine lange und anstrengende PKW-Fahrt in der Stoßzeit des Feierabendverkehrs zu einer angenehmen Phase des Rückzugs in die geschützte und private Sphäre des PKWs werden, während andere Befragte die Entspannung in der Fahrt mit der S-Bahn finden. Somit müssen nicht alle „kurzen Wege“ positiv und nicht alle „langen Wege“ negativ bewertet werden" (GESIS, 2006).

Der Herausgeber von Kramers Buch ergänzt: „Im Zentrum der empirischen Arbeiten steht die Auswertung der beiden bundesdeutschen Zeitbudgetstudien des Statistischen Bundesamts von 1991/92 und 2001/02. Dabei zeigt sich [...] dass immer noch unterschiedliche Mobilitätsmuster zwischen den neuen und den alten Ländern zu erkennen sind und zum anderen, dass in dem beobachteten Jahrzehnt noch kein Rückgang der realen Mobilität zugunsten einer virtuellen Mobilität stattgefunden hat“ (Franz-Steiner-Verlag, 2005).

Für Verkehrsplaner enthalten diese Zitate mindestens fünf bemerkenswerte Aspekte:

Zuerst wird der räumliche Kontext, in dem die Akteure handeln, erwähnt. In Europa gibt es zunehmend Bestrebungen, Mikro-Längsschnittdaten mit räumlichen Aggregatdaten zu ergänzen, um Kontexte *adäquat* analysieren zu können (zum Beispiel Kuhn, Lipps, and Zimmermann (2006) für das Schweizerische Haushalt Panel (SHP)). Neue Ansätze erweitern dies auf soziale mikro-makro Kontexte (Wagner, Frick, & Schupp, 2007) für das Deutsche Sozio-Ökonomische Panel (SOEP)). Bei Umfragen sind Datenhierarchien die Regel. Raumaggregate dienen hier als Kontrollvariablen für Clustereffekte in Stichproben.

Zweitens ist es interessant, wie Kramer versucht, Verkehrsverhalten *auch* durch individuelle Reisezeitbewertungen von Verkehrsmitteln zu erklären. In den vertiefenden Interviews wird deutlich, dass subjektive Aspekte eine Rolle spielen. Siehe aber (Kickner, 1998), die zeigt, dass ÖV-Reisezeiten von MIV-Nutzern realistisch eingeschätzt werden.

Drittens ist es für Verkehrsplaner befremdlich, dass zur Analyse des individuellen Verkehrsverhaltens Zeitverwendungsdaten anstelle von speziellen Daten zum individuellen Verkehrsverhalten wie den KONTIVs verwendet werden. Zeitverwendungsdaten dienen „eigentlich“ eher dazu, soziale und ökonomisch motivierte Fragen wie die der Aufteilung der Hausarbeit zwischen den Haushaltsmitgliedern zu (er)klären.

Viertens haben im Zusammenhang mit dem Verkehrsverhalten in Ost- und Westdeutschland (Chlond, Lipps, & Zumkeller, 2002) bereits vor der Veröffentlichung von Kramers Arbeit

konstatiert, dass die Mobilitätsmuster in West- and Ostdeutschland in 2000 noch lange nicht dieselben waren. Um dies zu zeigen, verwendeten sie Daten des MoP und analysierten verschiedene Mobilitätsindikatoren.

Last but not least gehört in einem Festschriftartikel für Dirk Zumkeller natürlich auch die Erwähnung des Dualismus des physischen und des virtuellen Verkehrs. Sein Interesse für dieses Gebiet und seine Forschungstätigkeiten sind wohlbekannt (etwa während meiner Zugehörigkeit zum Institut für Verkehrswesen als Vorsitzender der Arbeitsgruppe Telekommunikation; (ARL, 1999)).

Dieses kleine Beispiel soll aufzeigen, dass verschiedene Disziplinen mit gemeinsamen Forschungsinteressen und –themen durchaus voneinander lernen und profitieren können. Im aufgezeigten Fall gab es bislang keine Forschungsk Kooperationen mit Kollegen im Bereich Verkehrs(ingenieur)wesen.

Theoretischer Hintergrund und Perspektiven von Sozialwissenschaftlichen Panelbefragungen – Lessons for the MoP?

Genauso wie interdisziplinäre Forschung zur Verkehrsverhaltensforschung beizutragen imstande wäre, kann das MoP erhebungsspezifisch und inhaltlich von sozialwissenschaftlichen Panelerhebungen profitieren. In Deutschland arbeitet das SOEP als einziges bevölkerungsrepräsentatives Panel seit Jahrzehnten nach internationalen Standards, sowohl was die Erhebungsmethodik als auch was die Inhalte und Konzepte anbelangt. Dieses Kapitel beschreibt für das MoP wichtige Aspekte und bezieht sich dabei besonders auf das SOEP, aber auch auf andere sozialwissenschaftliche Panelerhebungen.

Historie von Panelerhebungen: Historie und theoriegeleitete Entwicklungen

Während Daten der Öffentlichen Statistik einen Fokus auf “objektive Daten” legen, die für administrative Zwecke ausreichen, sind solche Daten nicht geeignet, theoretische Konstrukte zu messen, wie zum Beispiel, “subjektive Indikatoren” oder Masse der “Physischen Gesundheit”. Viele zentrale Konzepte der sozialwissenschaftlichen Theorie, wie das der Nutzenmaximierung mit allen relevanten Entscheidungsparametern, können mittels Daten der Öffentlichen Statistik nicht untersucht werden (Wagner, Frick, & Schupp, 2007).

1968 wurden in den USA mit der Panel Study of Income Dynamics (PSID) und in den 1980ern in Europa (u.a. mit dem deutschen SOEP) damit begonnen, Längsschnittdaten in Haushalten zu erheben. Zu Beginn arbeiteten Haushaltspanels mit theoretischen Konzepten, die jenen der Öffentlichen Statistik stark ähnelten. Im Zeitverlauf erweiterten die Panelstudien ihren Forschungsbereich und nahmen neue Forschungsfragen auf, insbesondere um empirisch den Nutzen und die Nutzenfunktion der Befragten besser modellieren zu können, etwa subjektive Bewertungen (siehe auch Kapitel 2). Heute bilden Längsschnitterhebungen die Grundlage zur Erforschung sozialwissenschaftlicher Phänomene mittels “Ursache-Wirkung“ Tests, aber auch zur Bewertung von “public policy“ Programmen. Theoretisch

fundierte Variablen bieten Sozialwissenschaftlern die Möglichkeit, “Zufriedenheit” und den Zusammenhang zwischen Verhalten, Optionen, und persönlichen Eigenschaften besser zu verstehen. Es wird deutlich, dass Verhalten umso besser erklärt werden kann, je früher die Beobachtung im Lebensverlauf beginnt und dadurch etwa Lerneffekte und habitualisiertes Verhalten erkannt werden kann. In sozialwissenschaftlichen Panelerhebungen werden zunehmend interdisziplinäre Variablen erhoben und genutzt. Empirisch orientierte Forscher in Psychologie, public health, und Epidemiologie etwa sind zunehmend interessiert an “sozialen” und “ökonomischen” Kontrollvariablen. Eine wichtige interdisziplinäre Forschungsfrage ist die Untersuchung der sozialen Ungleichheit, die davon profitieren kann, wenn die Daten eine Analyse des intergenerationalen Transfers nicht nur von monetären Gütern, sondern auch von Verhalten und sozialen Strukturen ermöglicht.

Diese Entwicklungen werden von spezifischen Forschungsfragen getrieben, die auch spezielle Panelstudien generieren können. Aktuell ist dies zum Beispiel die Frage nach Konsequenzen des Demografischen Wandels besonders auf ökonomische und gesundheitspezifische Konsequenzen sowohl auf der Mikro- als auch auf der Makroebene. Hier ist der US-amerikanische Health and Retirement Survey (HRS) ein Pionier und Vorbild für den English Longitudinal Study on Aging (ELSA), und den Survey on Health, Ageing and Retirement in Europe (SHARE). Diese Panelstudien bieten neue, mehrere Disziplinen umfassende Einsichten in den Prozess des Alterns, beschränken sich allerdings auf die Population der über 50-Jährigen. Beispiele deutscher Kohortenpanels sind das PASS (Panel Arbeitsmarkt und Soziale Sicherung), das vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) in Nürnberg betreut wird und Haushaltskontexte von Sozialleistungsempfängern analysiert, sowie die Panel-Studie zur Beziehungs- und Familienentwicklung, betreut vom Mannheimer Zentrum für Europäische Sozialforschung. Beide sind aber ebenfalls nicht bevölkerungsrepräsentativ, sondern befragen ausschließlich Sozialleistungsempfänger (PASS) oder Menschen kurz vor oder während der Familiengründungsphase (Familienpanel).

Stichprobe: Population und Größe

Bevölkerungsrepräsentative sozialwissenschaftliche Panelstudien haben den Anspruch, die gesamte Bevölkerung zu repräsentieren. Anspruch und Wirklichkeit klaffen in Bezug auf die erfasste Population in Stichproben allerdings weit auseinander. In Haushaltsbefragungen systematisch fehlende Populationen umfassen:

- Anstaltsbevölkerung
- Wohnsitzlose
- Emigranten

Ein zweiter Aspekt der Stichprobe betrifft den Stichprobenumfang. Typischerweise beträgt der Stichprobenumfang bei sozialwissenschaftlichen Panelerhebungen etwa 5,000 Haushalte, mit Information über etwa 10,000 Individuen. Diese Stichprobengröße findet man zum Beispiel im PSID, SOEP, und dem SHP. Hinter dieser Zahl steckt kein inferenz statistisches

Kalkül, sondern die Einsicht, dass (1) die Stichprobengröße von Wahlbefragungen (1,000 oder 2,000 Individuen) zu klein ist und dass (2) es beinahe unmöglich ist, die notwendigen Finanzmittel für eine größere Stichprobe aufzutreiben. Forschungserfahrungen deuten darauf hin, dass die minimale Fallzahl bei etwa 500 pro Alterskohorte liegen sollte. Auf die Gesamtbevölkerung hochgerechnet, entspricht das einer Stichprobengröße von etwa 40,000 Teilnehmern. Dies ist die Stichprobengröße des neuen UK Household Longitudinal Survey (ISER, 2008).

Komparative Sozialwissenschaftliche Panelerhebungen

Ein weiterer Bereich der aktuellen sozialwissenschaftlichen Forschung betrifft komparative Studien: Unterschiedliche länderspezifische institutionelle und kulturelle Unterschiede generieren manchmal ein natürliches Experiment, die internationale Vergleiche der Effekte von verschiedenen Gegebenheiten auf individuelles Verhalten möglich machen. Die internationale Vergleichbarkeit von Daten ist daher ein zentrales Ziel bei der Erhebung von Individualdaten und gewinnt zunehmend an Relevanz.

Im allgemeinen ist die Vergleichbarkeit länderspezifische Erhebungsdaten aufgrund unterschiedlicher Forschungsfragen und länderspezifischen institutionellen Gegebenheiten nicht gegeben. In verschiedenen Ländern erhobene Masse verschiedener Konzepte, wie etwa Wohlbefinden (“well-being“), Bildung, Arbeit und Gesundheit können nur mit großem Aufwand vergleichbar gemacht werden. Dies erfordert die Kenntnis der nationalen Institutionen, Gesetze, und kulturellen Muster. Ein sozialwissenschaftliches Projekt, das ex-post Daten von nationalen Panelerhebungen harmonisiert, ist das Cross-National Equivalent File (CNEF, (Frick, Jenkins, Lillard, Lipps, & Wooden, 2007)). Es enthält (in 2007) Paneldaten von sechs der weltweit erfolgreichsten bevölkerungsrepräsentativen Panels, unter anderem des deutschen SOEP.

Fehlerquellen in Haushaltsbefragungen

Zufällige Stichproben sind solche, bei denen jeder Einheit in der betrachteten Population, z.B. Haushalten, eine eindeutige Auswahlwahrscheinlichkeit zugeordnet werden kann. Die in der Markt- und Meinungsforschung so beliebten Quotenstichproben sind also keine Zufallsstichproben. Grundsätzlich können bei Erhebungen mit zufälligen Stichproben Fehler danach differenziert werden, ob die Stichprobeneinheit beobachtet wurde oder nicht. Es werden drei Hauptquellen der Nichtbeobachtung unterschieden (Groves, Research on Survey Data Quality, 1987):

- Erfassungsfehler (“coverage error“) ergeben sich bei einer Diskrepanz zwischen den im Stichprobenplan (z.B. Telefon- oder Adressbuch, oder Gemeinderegister) gelisteten Stichprobeneinheiten und der Befragungspopulation. Bei “undercoverage“ sind Teile der Befragungspopulation nicht gelistet, was etwa bei “mobile-only“ Haushalten bei random digit dialing (RDD; siehe Gabler und Häder 2007) Telefonstichprobenverfahren der Fall ist. Bei “overcoverage“ sind Teile der Stichprobeneinheiten mehr-

fach gelistet, ohne dass dies bekannt ist (z.B. wenn mehrere Telefonnummern zu ein und demselben Haushalt führen).

- Fehler durch Nichtantworten (“Nonresponse“) treten auf, wenn eine Diskrepanz besteht zwischen Populationscharakteristika und Stichprobenergebnissen, die daraus resultieren, dass einzelne Stichprobeneinheiten nicht gemessen werden. Wichtig ist hierbei die Unterscheidung zwischen Nichterreichen und Antwortverweigerung.
- Stichprobenfehler treten auf bei einer Diskrepanz zwischen Populationscharakteristika und Stichprobenergebnissen, die daraus resultieren, dass einzelne Mitglieder der Population bewusst aus der Erhebung ausgeschlossen werden. Dies erfolgt etwa durch Clusterung im Befragungsgebiet, so dass Befragungen nur in einigen Gemeinden stattfinden.

Zusätzlich unterscheidet man vier Beobachtungsfehler, die durch unterschiedliche Stimuli der Befragten verursacht wird:

- durch den Interviewer (falls Interviewer eingesetzt werden)
- durch den Fragebogen
- durch den Befragungsmodus (schriftlich, Telefon, face-to-face, Internet etc.)

Schließlich werden Fehler, die nach der eigentlichen Datenerhebung auftreten, unterschieden. Diese können aus Fehlern bei der Codierung, bei der Datenplausibilisierung und bei der Imputation, d.h. der Ersetzung von fehlenden Daten, resultieren (Groves, Cialdini, & Couper, Understanding the Decision to participate in a Survey, 1992).

Das rotierende Panel „ Statistics on Income and Living Conditions“

Der European Union Statistics on Income and Living Conditions (EU-SILC) (eurostat, 2005) erhebt als Nachfolgeerhebung des European Community Household Panel (ECHP) in sämtlichen 27 EU Mitgliedstaaten sowie in der Schweiz und der Türkei vergleichbare Daten über individuelle Lebensbedingungen. In EU-SILC werden zufällige Haushaltsstichproben gezogen und alle Personen ab 16 Jahren im Haushalt jährlich befragt. Anders als in den meisten anderen sozialwissenschaftlichen Panelerhebungen läuft EU-SILC nicht grundsätzlich bis ans Lebensende der Befragten: EU-SILC ist als rotierendes Panel angelegt, bei der die Empfehlung von EUROSTAT vorsieht, dass in jeder Welle ein Teil der alten Stichprobenmitglieder durch eine neue Zufallsstichprobe ersetzt wird. Abbildung 1 illustriert die Panelkomponente im EU-SILC während der ersten Jahre: Im ersten Jahr besteht EU-SILC aus vier unabhängigen, für sich genommen bevölkerungsrepräsentativen Stichproben. Jeweils eine dieser vier Stichproben verbleibt für die aktuelle Welle, für zwei Wellen, für drei Wellen bzw. für vier Wellen in der Erhebung. Ab der zweiten Welle verbleiben die Mitglieder aller neuen Stichproben für vier Wellen im Panel.

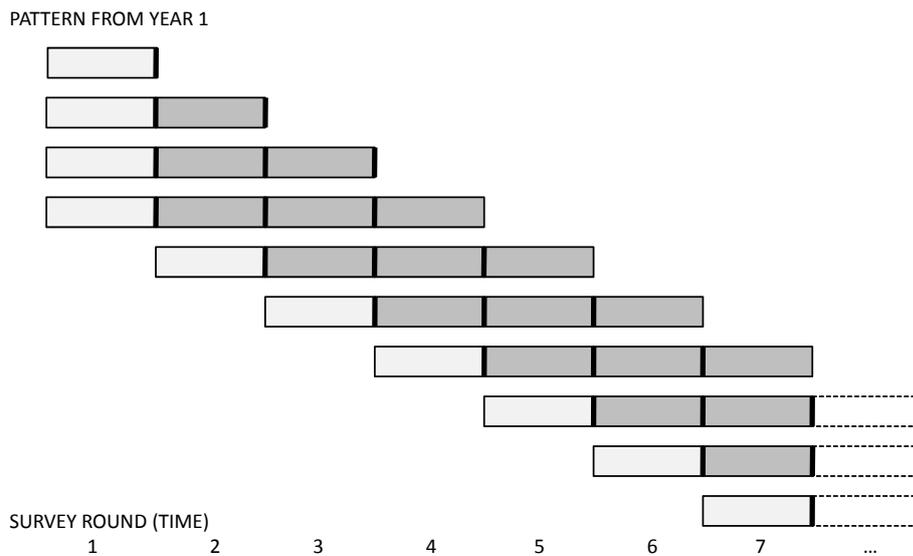


Abbildung 1: Panelkomponente im EU-SILC während der ersten Jahre (EUROSTAT).

Modellierung von Paneldaten

Panelmodelle nutzen aus, dass die Befragten mehrmals beobachtet werden. In diesem Kapitel werden nur Panelmodelle vorgestellt, die die Zeit explizit als Modellvariable verwenden. Häufig in der Ökonometrie verwendete statistische Modelle mit festen oder zufälligen Effekte, oder (zeitreihenspezifische) dynamische Modelle werden hier nicht besprochen. Eine Einführung in ökonometrische Panelmodelle bietet (Greene, 2007).

Das Mehrebenen-Wachstumsmodell

Bei Panelbefragungen sind die einzelnen Beobachtungen über die Zeit und zwischen verschiedenen Individuen nicht unabhängig voneinander (Singer & Willett, 2003). So sind sich häufig die Datenpunkte einer Person (Längsschnitt) ähnlicher als die Datenpunkte verschiedener Personen eines Jahres (Querschnitt). Die Analyse von Daten, bei denen Repräsentanten auf höherer Ebene (Befragte bei Panelerhebungen) Einfluss auf Repräsentanten niedriger Ebene (Zeitpunkte bei Panelerhebungen) haben, erfordert spezielle Mehrebenenmodelle (Snijders & Bosker, 1999). Diese berücksichtigen solche Abhängigkeiten dadurch, dass sie die Residualkomponente auf *jeder* Ebene als normalverteilte Zufallsvariable modellieren. Gewöhnliche "kleinste Quadrate" Verfahren ("ordinary least squares" (OLS)), wie etwa die Varianzanalyse (ANOVA) führen bei abhängig geclusterten Daten zu verzerrten Schätzparametern und Standardfehlern. Der Grund liegt daran, dass Clustering die Standardannahme unabhängiger Datenpunkte über die Zeit und über Individuen verletzt (Goldstein, 2003).

Ich erläutere kurz, wie sich das einfachste Mehrebenenmodell, d.h. ohne Verwendung von Kovariaten außer dem Intercept, von seinem OLS-Analogen unterscheidet. Sei y die abhängige Variable, i der Befragte, und t die Zeit (Befragungswelle). OLS Verfahren gehen davon aus, dass y modelliert werden kann durch:

$$y_{it} = \mu + \varepsilon_{it}, \quad \varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

mit μ dem « grand mean ». Annahmegemäß ist bei Paneldaten die Unabhängigkeit der ε_{it} innerhalb *und* zwischen den Befragten nicht gegeben. Die Mehr– (hier: 2) Ebenen Variante lautet:

$$y_{it} = \mu + [\mu_i + \varepsilon_{it}], \quad \mu_i \sim N(0, \sigma_u^2) \quad \text{und} \quad \varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

Das bedeutet, die Abweichung jedes Befragten vom “grand mean“ wird dadurch berücksichtigt, dass eine individuenspezifische Komponente addiert wird (“random intercept“). Über alle Befragten ist diese Komponente normalverteilt. Das bedeutet, dass das Modell nur dann geeignet ist, wenn die individuenspezifischen Abweichungen unsystematisch (zufällig normalverteilt) sind. Dieses Modell wird als Varianzkomponentenmodell bezeichnet, da, abgesehen vom “grand mean“, der häufig auf 0 zentriert wird, die einzigen beiden Ergebnisparameter die beiden (miteinander unkorrelierten) Varianzen σ_u^2 und σ_ε^2 sind. Eine wichtige Eigenschaft des Varianzkomponentenmodells ist, dass sich die Gesamtvarianz als Summe von σ_u^2 und σ_ε^2 berechnet. Somit erhält man die Aufteilung der Gesamtvarianz in den Anteil zwischen den Befragten und den Anteil innerhalb jedes Befragten.

Beim Mehrebenen-Wachstumsmodell wird zusätzlich die Zeit als *zufällige* Kovariate modelliert, man spricht vom “random Slope“ Modell. Das Modell ist gegenüber dem Varianzkomponentenmodell um den zufälligen Steigungsparameter t erweitert, dessen Multiplikator sich ebenfalls als Summe des « slope grand mean » und dem individuenspezifischen zufälligem Effekt zusammensetzt.

$$y_{it} = [\mu_0 + \mu_{0i}] + [(\mu_1 + \mu_{1i}) * t] + \varepsilon_{it}, \quad \mu_{.i} \sim N(0, \sigma_u^2) \quad \text{und} \quad \varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

Inhaltlich bedeutet das, dass nicht nur das Intercept als variabel zwischen den Befragten angenommen wird, sondern auch die Steigung über die Zeit. Dieser Ansatz erlaubt insbesondere – anders wie bei einer OLS Schätzung mit nur einem Residuum – eine von Null verschiedene Kovarianz zwischen dem (zufälligen) Intercept und der (zufälligen) Steigung. Es können also Aussagen der folgenden Art untersucht werden: „Steigern Personen, die eine hohe initiale Entfernungsleistung aufweisen, diese noch über die Zeit oder gibt es eine Nivellierungstendenz?“ Algorithmisch werden die Kovarianzmatrix und die Schätzparameter iterativ geschätzt. Numerisch sind diese sogenannte Bayes-Schätzungen ein gewichtetes Mittel der individuellen OLS-Regressionsgeraden und der populationsspezifischen OLS-Gerade, wie in Abbildung 2 für acht Individuen eines hypothetischen Datensatzes exemplarisch dargestellt: die durchgezogenen Linien sind die individuell geschätzten OLS-Geraden, die gepunkteten Linien die Bayes geschätzten Geraden, und die gestrichelten Linien die populationsspezifischen (grand regression line) OLS-Geraden, die hier aufgrund fehlender Kovariate (außer „time“) für alle Individuen gleich sind. Je nach Schätzgüte der individuellen OLS-Schätzungen liegen die Bayes-Geraden näher an den individuellen OLS-Geraden oder – bei schlechterer Schätzgüte – an den populationsspezifischen OLS-Geraden.

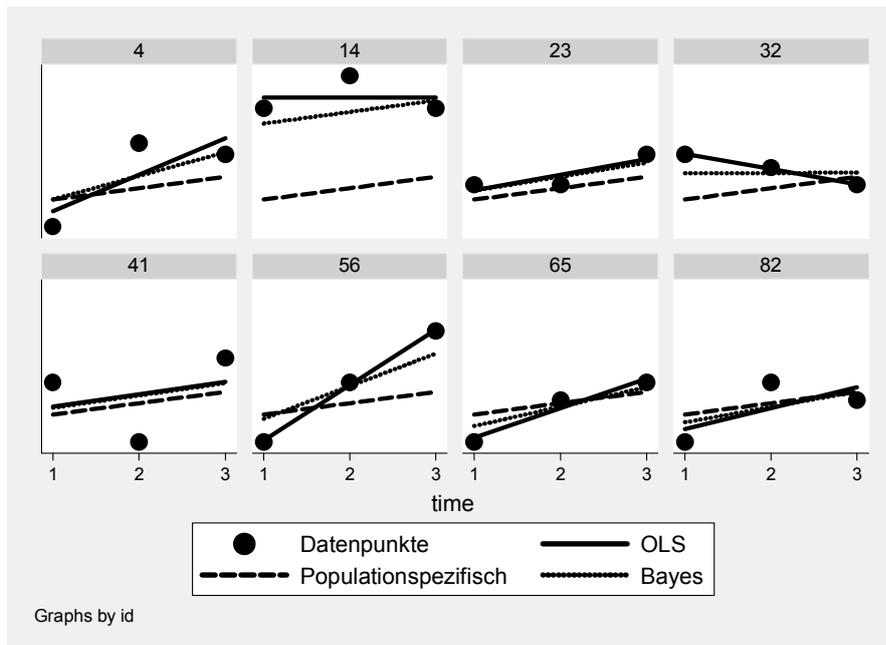


Abbildung 2: Empirische Bayes (Multilevel) (gepunktet), OLS-geschätzte individuelle (durchgezogen) und populations-spezifische Schätzgeraden (gestrichelt). Figure 4.7 in Singer und Willett (2003) leicht abgewandelt, eigene Darstellung.

Es wird deutlich, dass individuelle OLS-Geraden unverzerrt sind aber minimale Generalisierbarkeit beinhalten, umgekehrt bei den populations-spezifischen OLS-Geraden. Bayes-Geraden stellen ein Optimum zwischen beiden dar, da sie präzise sind, es aber nur wenige Parameter zu schätzen gibt (im Beispiel oben $\mu_0, \mu_1, \sigma_u^2, \sigma_\epsilon^2$ sowie die Kovarianz $\text{cov}(u, \epsilon)$).

Das Überlebensmodell

Überlebensmodelle betrachten die Zeitdauer bis zu einem *Ereignis* als wichtigste Modellvariable. Als Ereignis können alle möglichen Phänomene modelliert werden: Zeitdauer bis zum nächsten Kriminalitätsfall in einer Stadt, Ausbruch des Vesuvus, Lebensdauer von Glühlampen, Zeitdauer zwischen Eheschliessung und Scheidung, etc.. Das letzte Beispiel zeigt, dass das Ereignis nicht unbedingt eintreffen muss. In der Praxis kann dies daher rühren, dass es tatsächlich nicht eintritt (wenn eine Ehe nicht geschieden wird), oder dass die Beobachtungsdauer zu kurz ist, was bei Panelerhebungen aufgrund des Ausscheidens der Befragten aus dem Panel oft der Fall ist. Entscheidend für den Einsatz von Überlebensmodellen sind die Fragen "ob" oder "wann" ein Ereignis auftritt. Um diese Fragen zu beantworten, müssen die untersuchten Konzepte wie insbesondere das "Ereignis" genau definiert werden. Erweiterungen klassischer Überlebensmodelle erlauben die Modellierung von Ereignissen, die über den Lebensverlauf mehrfach auftreten können, wie zum Beispiel Scheidungen.

Überlebensmodelle untersuchen Fragen wie: „wie hoch ist der Anteil der Bevölkerung, der ein bestimmtes Alter erreicht?“ Auf den Verkehrsverhaltensbereich bezogen könnte eine Frage lauten: "welchen Einfluss hat die Siedlungsstruktur auf die Zeitdauer zwischen dem Führerscheinwerb und dem Kauf des ersten Autos?" Bei einem bevölkerungsrepräsentativen Panel würde dies allerdings retrospektive Daten zumindest seit dem Führerscheinwerb erfordern.

Die Sequenzanalyse

Das Ziel einer Sequenzanalyse ist die Entdeckung von Mustern in Sequenzen und der Reihenfolge der einzelnen Sequenzbestandteile. Zudem versucht eine Sequenzanalyse, die Sequenzstruktur durch Kovariaten zu erklären. Zentraler Ausgangspunkt ist die Abfolge der einzelnen Sequenzbestandteile über die Zeit. Die Sequenzanalyse bietet Techniken, um Sequenzen zu beschreiben, und – entscheidend zu vergleichen.

Am häufigsten wird sie von Genetikern verwendet; ein typisches Beispiel ist der Vergleich verschiedener DNA Sequenzen. Im sozialwissenschaftlichen Bereich ist die Sequenzanalyse weniger verbreitet. Dies überrascht, da heutzutage sequenzanalytische Algorithmen in den Standardstatistikprogrammen implementiert sind und es auch (Panel)Datensequenzen sozialwissenschaftlich relevanter Phänomene gibt. Ein Beispiel in der Arbeitsmarktwissenschaft ist die Untersuchung von Erwerbstätigkeitsepisoden im Lebensverlauf. In der Politikwissenschaft können individuelle Parteipräferenzen über die Zeit untersucht und die Sequenzen zwischen Personen verglichen werden. Anwendungen im Verkehrsverhaltensbereich unter Verwendung des MoP finden sich etwa in (Heller-Kemp & Lipps, 2000) oder (Berger, 2000). Während erstere intrapersonell Ähnlichkeiten von innerhalb einer Woche im Tagesverlauf durchgeführte Aktivitätsmuster mit dem Ziel untersuchen, den auf die ausgeübte Aktivitätskette bezogenen „typischen Tag“ zu identifizieren, analysiert letzterer interpersonelle Unterschiede des sonntäglichen Aktivitätsverhaltens.

Was kann das MoP lernen?

Die Ausführungen in diesem Artikel suggerieren, dass das MoP insbesondere in vier Gebieten von den Erfahrungen aus sozialwissenschaftlichen Panelstudien profitieren könnte:

1. die Stichprobenbildung
2. die (Längsschnitt)Gewichtung und die Stichprobensteuerung
3. die Harmonisierung von Variablen
4. die Modellierung im Längsschnitt

Stichprobe

Die Aussage „Achieving a high response rate is not the primary objective of the recruitment process“ (Kuhnimhof, Chlond, & Zumkeller, 2006) klingt im Zusammenhang mit einer wissenschaftlichen Panelerhebung zunächst etwas befremdend. Tatsächlich wird eine Beteiligungsrate von weniger als 5% (!) ausgewiesen. Diese Zahl ist etwas zu tief gegriffen, da bei der Rekrutierung der Stichprobenmitglieder des MoP in Kuhnimhof, Chlond und Zumkeller (2006) in Schritt 2 durch Einführung einer Quote (nach Haushaltstyp und PKW-Verfügbarkeit) auch grundsätzlich erreichbare und befragungswillige Haushalte aus der Stichprobe fallen (AAPOR (The American Association for Public Opinion Research), 2008). Trotz der geringen Beteiligungsrate stimmen relevante Mobilitätsindikatoren gut mit denjenigen der

bevölkerungsrepräsentativen Querschnitterhebung Mobilität in Deutschland (MiD) 2002 überein (Literaturzitat siehe dort). Dieser Befund ist im Sinne neuerer Entwicklungen in der sozialwissenschaftlichen Umfrageforschung, wonach das Augenmerk mehr auf den (schwieriger zu messende) „nonresponse bias“ als auf die konventionelle (einfacher zu messende) „nonresponse rate“ zu richten ist (Groves, Nonresponse Rates and Nonresponse Bias in Household Surveys, 2006). Trotzdem ist bei einer derart geringen Beteiligungsrate Vorsicht geboten. Es wäre für das MoP anzuraten, über Mittelwerte der Indikatoren hinaus auch Bandbreiten oder Varianzen von Personengruppen zu testen. Eine gute Vergleichsdatenquelle wäre auch die deutsche Zeitverwendungsstudie von 2001/02 (siehe oben), mit der über Aktivitäten hinaus auch Mobilitätszeitbudgets und die Verkehrsmittelnutzung verglichen werden kann.

Im Zusammenhang mit der Stichprobenbildung stellt sich bei einer telephonischen Anwerbung mittels des RDD Verfahrens die Frage nach „mobile-only“ Haushalten, die über Festnetz nicht erreicht werden können (derzeit etwa 10% der deutschen Haushalte (Gabler & Häder, 2007)). Es sollte zumindest eine Abschätzung vorgenommen werden, inwieweit sich diese „noncoverage“ eines (wachsenden) Bevölkerungssegments auf die Mobilitätsindikatoren auswirken könnte. Besser wäre, auch „mobile-onlys“ in die Stichprobe aufzunehmen.

Prinzipiell sollte bei der – grundsätzlich begrüßenswerten – Berechnung von initialen Beteiligungsraten und Ausfällen zwischen Wellen diese nach Nichterreichten und nicht befragungswilligen Haushalten unterschieden werden. Gerade bei mobilitätsspezifischen Befragungen liegt ein Zusammenhang zwischen nicht Erreichen und Mobilität nahe (Stoop, 2005); bei nicht Befragungswilligen ist der Zusammenhang noch zu klären. Eine Untersuchung der Verzerrung bezüglich der initialen Beteiligungsrate wurde in (Kuhnimhof, Chlond, & Zumkeller, 2006) lediglich bei den „Initial CATI“-Befragten im Hinblick auf den darauf folgenden Ausfallsprozess realisiert.

Längsschnittgewichtung und Stichprobensteuerung

Eine Längsschnittgewichtung wurde beim MoP bislang noch nicht vorgenommen, ist aber bei großen sozialwissenschaftlichen Panels (SHP, SOEO, PSID, etc.), die auf Zufallstichproben beruhen, üblich. Mit dieser Gewichtung soll der Ausfall der Anfangsstichprobe über die Zeit ausgeglichen werden, so dass sich eine Längsschnittstichprobe auf die Population eines bestimmten Bezugsjahres beziehen lässt.

Da auch das EU-SILC ein rotierendes Panel mit einer ähnlichen Zahl von Wellen pro Teilnehmer ist, ist denkbar, dass das MoP von den Längsschnittgewichtungen in EU-SILC profitieren könnte. Dies umso mehr, als in etlichen europäischen Stichproben für EU-SILC ebenfalls auf Telefonstichproben beruhen, zum Beispiel in der Schweiz. Auch die Stichprobensteuerung, d.h. hier das kontrollierte Ersetzen von Haushalten mit einer vorab festgelegten (Höchst)befragungsdauer könnte von geeigneten EU-SILC Stichproben übernommen werden. Dabei erscheint auch die Anzahl der für EU-SILC empfohlenen vier Befragungswellen geeignet: Für eine korrekte Anwendung des Mehrebenen-Wachstumsmodells benötigt man wie bei jeder linearen Regression, bei der mindestens ein Freiheitsgrad übrigbleiben muss, zumindest drei Befragungswellen

(Singer & Willett, 2003). Auch bei Nichtbericht einer einzelnen Welle wäre diese Möglichkeit somit für alle Probanden gegeben.

Harmonisierung

Eine inhaltliche Harmonisierung könnte im Längsschnitt mit dem SOEP erfolgen. Dazu wäre zunächst die Erweiterung des Personen- und des Haushaltsfragebogens um neue sozioökonomische Variablen notwendig. Um retrospektiv mehr über die Motivation und Verhaltensursprünge der Stichprobenteilnehmer zu erfahren, könnte man sich analog zum SOEP eine Biographiebefragung in der ersten Befragungswelle vorstellen. Hier könnten Fragen zu bisherigen Wohnorten mit ÖV-Ausstattungen, Haushaltszusammensetzung und PKW-Verfügbarkeit, Ausbildungs- und Erwerbsverlauf, früherem Verkehrsverhalten etc., beantwortet werden. Für intergenerationale Analysen erscheinen solche biographische Daten auch der Eltern wünschenswert, genauso wie die Möglichkeit der Verbindung von Identifikatoren zwischen Eltern und Kindern, die im selben Haushalt leben. Variablen, die den sogenannten "social origin" beschreiben, gewinnen bei sozialwissenschaftlichen Modellen (zumindest auf der rechten Seite der Gleichungen) zunehmend an Bedeutung. Sie könnten auch dazu dienen, das aktuelle Verkehrsverhalten mit Hilfe von biographischen Daten von sich selbst und der Eltern besser zu erklären.

Zusätzlich wäre eine Harmonisierung der Imputation fehlender Einkommensinformationen, wie sie derzeit beim CNEF erfolgt, inklusive einer geeigneten Längsschnittimputation, wünschenswert. Eventuell wäre eine cross-country Harmonisierung denkbar. Hiermit können über Länder vergleichbare Datensätze ausgewertet werden.

Modellierung

Wie oben bemerkt, sind für eine Längsschnittmodellierung nach dem Mehrebenen-Wachstumsmodell mindestens drei Beobachtungen pro Proband notwendig. Bei lediglich drei geplanten Wellen, wie dies derzeit beim MoP der Fall ist, könnte dies zu instabilen Schätzparametern führen. Allerdings weisen (Kuhnimhof, Chlond, & Zumkeller, 2006) zu Recht darauf hin, die Befragungsbelastung nicht überzustrapazieren. Ein Kompromiss könnte darin bestehen, die Anzahl der Befragungswellen pro Proband zu erhöhen, während gleichzeitig die Berichtsdauer kontinuierlich abnimmt. Man könnte etwa in der ersten Befragungswelle sieben Berichtstage (wie bisher) erfragen, in der zweiten Berichtswelle fünf, und in der dritten drei Berichtstage. In der vierten Welle könnte eine Art "typisches Tagesmuster" oder auch "Mobilitätsskelett" erfragt werden, das später auf Basis der berichteten Varianz früherer Berichtswellen stochastisch zu einem kompletten, realistischen Tagesverhaltensmuster ergänzt werden könnte. Hierzu wäre kein Mobilitätstagebuch nötig; dafür könnten einmalig ergänzende Fragen aus sozialwissenschaftlichen Panels wie dem SOEP gestellt werden. Die Gesamtbelastung würde bei insgesamt 15 Berichtstagen plus Einmalbefragung in der vierten Welle liegen, gegenüber derzeit 21 (=3*7) Berichtstagen.

Bezüglich der Modellierung von Mehrebenen-Wachstumsmodellen wären Fragen der Art „wer steigert / verringert seine Entfernungsbudgets?“ denkbar. Hierzu müssten Modelle mit zufälligen Steigungen für die Entfernungsleistung (eines "typischen" Tages) über mehrere

Wellen geschätzt werden. Auch methodische Probleme wie die zunehmende Berichtsmüdigkeit im Wochenverlauf (Berichtsgenauigkeit, Ausscheiden etc.) könnten mit Hilfe von Wachstumsmodellen adäquater als bisher untersucht werden.

Überlebensmodelle könnten bei der Analyse der Verkehrsmittelnutzung eingesetzt werden, z.B. bei der Frage, wann innerhalb der Berichtswoche zum ersten Mal ein bestimmtes Verkehrsmittel verwendet wird. Falls bekannt ist, ob und wann im Lebensverlauf eine ÖV-Zeitkarte erworben wurde, könnte die Zeitdauer etwa ab dem Eintritt in die Ausbildung und dem (ersten) Zeitkartenerwerb mittels Überlebensmodellen untersucht werden.

Schließlich wären Modelle der Sequenzanalyse über die oben angeführten Anwendungen hinaus (dort: Aktivitätsketten) für die Analyse von Verkehrsmittelketten als Ergänzung für die am Institut für Verkehrswesen bereits durchgeführten Arbeiten zur Multimodalität denkbar.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit, die das MoP mit zwischenzeitlich 15 Wellen bietet, ist die Analyse und die Trennung von Alters-, Kohorten-, und Zeiteffekten bei der Entwicklung der Verkehrsleistung und/oder des Verkehrszeitbudgets. Eine Beschreibung der Datenvoraussetzungen, eine solche Analyse durchführen zu können, bietet (Palmore, 1978).

Literaturverzeichnis

AAPOR (The American Association for Public Opinion Research). (2008). *Standard Definitions: Final Dispositions of Case Codes and Outcome Rates for Surveys*. Abgerufen am 07. 01 2009 von http://www.aapor.org/uploads/Standard_Definitions_07_08_Final.pdf

ARL. (1999). *Verkehr und/oder Telekommunikation - Konzept, Methode und Quantifizierung. Abschlussbericht der Arbeitsgruppe "Moderne Kommunikationsstrukturen" der LAG Baden Württemberg. ARL Arbeitsmaterial 251*. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung.

Berger, M. (2000). Abbildung und Erklärung von Unterschieden zwischen Aktivitätsmustern - ein Multimethodenansatz unter Verwendung der Optimal-Matching-Technik. *Schriftreihe des Institut für Stadtbaugesellschaft, RWTH Aachen, Heft 69*.

Chlond, B., Lipps, O., & Zumkeller, D. (2002). Der Anpassungsprozess von Ost nach West - schnell, aber nicht homogen. *Internationales Verkehrswesen*, 11, S. 523-528.

eurostat. (2005). *Zugang zu Mikrodaten*. Abgerufen am 2. 1 2009 von http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1913,47567825,1913_58814988&_dad=portal&_schema=PORTAL

Franz-Steiner-Verlag. (2005). *Buchvorstellungen*. Abgerufen am 31. 12 2008 von <http://www.steiner-verlag.de/titel/54879.html>

Frick, J., Jenkins, S., Lillard, D., Lipps, O., & Wooden, M. (2007). The Cross-National Equivalent File (CNEF) and its Member Country Household Panel Studies. *Journal of Applied Social Science Studies (schmoller Jahrbuch)* 127 (4), S. 627-654.

Gabler, S., & Häder, S. (2007). *Mobilfunktelefonie - Eine Herausforderung für die Umfrageforschung* (Bd. 13). ZUMA Spezial.

- GESIS. (13. 3 2006). *Zeit und Raum und das Individuum in der Postmoderne - Meyer-Struckmann-Preis für Caroline Kramer*. Abgerufen am 30. 12 2008 von <http://www.uni-protokolle.de/nachrichten/text/114574/> (Gesellschaft Sozialwissenschaftlicher Infrastruktureinrichtungen)
- Goldstein, H. (2003). *Multilevel statistical models* (3rd Ausg.). London: Arnold.
- Greene, W. (2007). *Econometric Analysis* (6th Ausg.). Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Groves, R. (2006). Nonresponse Rates and Nonresponse Bias in Household Surveys. *Public Opinion Quarterly* 70 (5) , S. 646-675.
- Groves, R. (1987). Research on Survey Data Quality. *Opinion Quarterly* 51 (2) , S. 156-172.
- Groves, R., Cialdini, R., & Couper, M. (1992). Understanding the Decision to participate in a Survey. *Public Opinion Quarterly* 56 (4) , S. 475-493.
- Heller-Kemp, A., & Lipps, O. (2000). Ein Verfahren zur Bestimmung der Skelettstruktur des individuellen Verhaltens (Sequence Analysis). *IFV-Report, Unveröffentlichtes Manuskript des Institut für Verkehrswesen* . Universität Karlsruhe.
- ISER. (2008). *UK Household Longitudinal Study*. Abgerufen am 2. 1 2009 von <http://www.iser.essex.ac.uk/survey/ukhls> - (Institute for social & economic research)
- Kickner, S. (1998). Kognition, Einstellung und Verhalten - Eine Untersuchung des individuellen Verkehrsverhaltens in Karlsruhe. *Schriftreihe des IfV, Heft 56/58* . Uni Karlsruhe.
- Kloas, J., Kunert, U., & Kuhfeld, H. (1993). Vergleichende Auswertungen von Haushaltsbefragungen zum Personennahverkehr (KONTIV 1976, 1982, 1989). *Gutachten im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr* . Berlin.
- Kramer, C. (2005). Zeit für Mobilität - Räumliche Disparitäten der individuellen Zeitverwendung für Mobilität in Deutschland. *Habilitationschrift, Franz Steiner* .
- Kuhnimhof, T., Chlond, B., & Zumkeller, D. (2006). Nonresponse, Selectivity, and Data Quality in Travel Surveys. Experiences from Analyzing Recruitment for the German Mobility Panel. *Transportation Research Record* , S. 29-37.
- Palmore, E. (1978). When can Age, Period, and Cohort be separated? *Social Forces* , S. 282 ff.
- Singer, J., & Willett, J. (2003). *Applied longitudinal Analysis - Modeling Change and Event Occurrence*. Oxford University Press.
- Snijders, T., & Bosker, R. (1999). *Multilevel analysis*. Newbury Park, California: Sage.
- Stoop, I. (2005). The Hunt for the last Respondent: Nonresponse in Sample Surveys. *PhD Thesis* . Utrecht University.
- Wagner, G., Frick, J., & Schupp, J. (2007). The German Socio-Economic Panel Study (SOEP) - Scope, Evolution and Enhancements. *Journal of Applied Social Science Studies (Schmollers Jahrbuch)* 127 (1) , S. 139-169.
- Zumkeller, D., Chlond, B., & Lipps, O. (1996). *Panelauswertung 1995/1996 - Schlussbericht, Forschungsprojekt Nr. FE 96460_96*.

Eckhard Kutter
Institut für Verkehrsplanung und Logistik
Technische Universität Hamburg-Harburg

Missverständnisse durch „Individualisierung“ der Modelle zur Verkehrsnachfrage

Interdisziplinarität als Ursache von Missverständnissen

In Deutschland begann um 1970 herum eine „Verkehrsursachenforschung“, die die Abhängigkeiten bei der Verkehrsentstehung auf die eigentlichen Verursacher – die Personen und Haushalte – zurückzuführen versuchte (vgl. z.B. (Kutter, Demographische Determinanten städtischen Personenverkehrs, 1972)). Wesentliche Motivation hierfür war im Sinne der mathematischen Statistik bzw. einer Modelltheorie Varianzaufklärung sowie das Verstehen der enormen Unterschiede bei den Verkehrsaktivitäten von Personen; deren Ursachen wurden in den unterschiedlichen Tagesabläufen der Personenkategorien vermutet: Rentner gehen nicht zur Schule, nur Erwerbstätige unterliegen den Zeitregimes bei den Arbeitsstellen, Frauen gehen häufiger Einkaufen, etc.

Die Missverständnisse über die Anwendung von personenbezogenen Daten bei ingenieurmäßigen Schätzverfahren, begannen mit der oft falschen oder unzulässigen Verwendung von Begrifflichkeiten aus den Gesellschaftswissenschaften: Definitionen wie Modelle „individuellen Verhaltens“ oder „personenbezogene“ Simulation beruhten wohl einerseits auf der Vermessenheit von Ingenieuren bei Definitionen. Darüber hinaus war es aber auch eine Einladung an die Sozialwissenschaften, sich mehr als bisher an der Mobilitätsforschung zu beteiligen. Solcher Wandel in Richtung von mehr Interdisziplinarität wurde damals gerade von Teilen der Ingenieurdisziplinen sehr gewünscht – „Verkehrssoziologie“ als Forschungsprogramm wurde nämlich eher von Ingenieuren als von Soziologen propagiert.

Als Ergebnis von jetzt endlich stattgehabter soziologischer und psychologischer „Individualisierungs- und Lebensstilforschung“ konnten allerdings die 30 Jahre zuvor (von den Ingenieuren) erhofften Zielvorstellungen kaum angenähert werden. Stattdessen formuliert die Soziologie heute eher wohlfeile Kritik an ingenieurmäßiger Verkehrsplanungspraxis:

- die gebräuchlichen Verkehrsmodelle seien viel zu grob, um individuelle Entscheidungen abzubilden, die Analysen und die Modelle müssten grundlegend „individualisiert“ werden;
- und die viel weitergehende pessimistische Feststellung, dass individuelle Verkehrslebensäußerungen wohl kaum aus den in der Planung üblichen Grundlagendaten abgeleitet werden könnten, Modelle also gar nicht vernünftig anwendbar seien.

Konsequenterweise vorgeschlagen wurde deshalb (Hautzinger, 1997) eine methodisch-konzeptionelle Neuorientierung, die sich stärker der Instrumente der qualitativen und sinnverstehenden Sozialforschung bedient. Gefordert wurde die stärkere Berücksichtigung internaler Determinanten des Verkehrshandelns wie Motive, Einstellungen oder subjektive Informiertheit. Außerdem wurde ein deutlicher Qualitätssprung bei der Weiterentwicklung der Simulationswerkzeuge (Modelle) auch für neuartige „verkehrsgestaltende“ Fragestellungen angemahnt – am liebsten hätte man wohl völlig neue Instrumentarien für die gestaltende Planung gehabt.

Die mit solchen Vorschlägen verbundene Kritik an den Fähigkeiten der Modelle in der Verkehrsplanung ist allerdings in den wenigsten Fällen erfahrungswissenschaftlich begründet: Anlass für diese Modellkritik war wohl vor allem die Unzufriedenheit mit den Wirkungsrechnungen im Hinblick auf verkehrspolitische Wunschvorstellungen. Häufig anzutreffen ist die Überzeugung, der Siegeszug des Autos sei eine in den Modellen schon angelegte „self fulfilling prophecy“, der Verkehrsplaner also mitschuldig an der Verkehrsmisere.

Ausgangspunkt: Ingenieurmäßige (planungsbezogene) Verkehrsmodellierung

An dieser Kritik wird deutlich, dass die Sozialwissenschaften den Sinn von Modellen, vor allem die dabei geltenden realwissenschaftlichen Rahmenbedingungen und den damit verbundenen Sinn von planerischer Informationsverarbeitung überhaupt nicht verstehen und in ihre Überlegungen nicht einbeziehen. Denn das Instrumentarium der Verkehrsplanung ist ja aus Notwendigkeiten im Planungsprozess begründet, die mit dem Niveau der wissenschaftlichen Erkenntnis zunächst nur am Rande zu tun hatten. Das heißt, Ingenieure haben auch dann Schätzungen und Prognosen des Verkehrs vorgenommen, wenn sie über die Hintergründe der Entstehung des Verkehrsbildes noch wenig wussten. Um dies weiter zu erläutern, sei hier kurz skizziert, wieso Verkehrsplaner zu allen Zeiten versucht haben, vorstellbare Verkehrsausprägungen (mit bestimmten Rechenverfahren, den „Verkehrsmodellen“) vorzuschätzen.

Im Rahmen von Verkehrsplanung und –gestaltung muss mit Entwicklungen und mit im Zuge der Planung veränderten Realitäten hantiert werden. Wir brauchen deshalb Vorhersagen von zukünftigen Sachverhalten (vgl. die ausführlichen Erläuterungen bei (Kutter, Entwicklung innovativer Verkehrsstrategien für die mobile Gesellschaft, 2005) Kap. 4). Die wichtigste Aufgabe solcher Vorhersagen besteht darin, die Effekte möglicher Interventionen abzuschätzen. Die Planung braucht gewissermaßen ein „Probierinstrument“. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, von der heutigen realen Welt zu abstrahieren, sie modellmäßig abzubilden. Ein solches „Probierinstrument“ benötigen die Sozialwissenschaften selbstverständlich nicht, wenn sie sich darauf beschränken, zu verstehen, wie Verhalten im Verkehr entsteht oder entstanden ist.

Bei diesem ingenieurmäßigen Hantieren mit Abbildern der realen Welt reicht die Abstraktionsnotwendigkeit von den Datengrundlagen bis zur Wirkungsschätzung in der Planung:

- Verkehrsbildbeschreibung erfordert wegen der Unbezahlbarkeit von Totalerhebungen und der Zufälligkeiten von Verkehrsvorgängen modellhaftes Generalisieren; dabei muss das Verkehrsbild den Gesamtverkehr eines Planungsraumes für planungsrelevante Zeitabschnitte umfassen, ausgewählte Sachverhalte reichen hierfür nicht aus;
- Entwicklungen können nur dann aufgezeigt werden, wenn die Mechanismen bei der Verkehrsentstehung hinreichend bekannt sind und mit Hilfe einer Modelltheorie systematisiert und verallgemeinert werden können;
- Die Planung schließlich verändert Zustände und Entwicklungen „mutwillig“, die Vorstellung vom Funktionieren der Verkehrsentstehung ist hierzu unsere einzige „Erfahrung“. Die in der Planung behandelten Sachverhalte können also nur mit Hilfe von Modellen vorausgeschätzt werden. Meinungen von Betroffenen können dabei zwar berücksichtigt werden, aber sie können nicht an die Stelle der modellmäßigen Verkehrsbildschätzung treten.

Der kurze Exkurs zu den Anwendungsbereichen von Modellen für die „Problemlösung“ im Verkehr verdeutlicht nahezu unüberbrückbare Gräben zwischen ingenieurmäßiger Problemlösung und dem Erkenntnisinteresse der „erklärungsorientierten“ Gesellschaftswissenschaften: Zwar rekonstruieren auch Ingenieure das Realverhalten im Rahmen eines logischen Konzepts „Personen verhalten sich in einer Umwelt“; dies geschieht aber auf der Basis von unvollständiger Information: Abgesehen von den Stichprobenproblemen (zufallsabhängige Fehler) und den Validitätsproblemen (systematische Fehler) erfassen wir in der Regel nur „Stichtagsaktivitäten“ (Kutter, Notwendigkeiten, Möglichkeiten und Grenzen der Realwelterfassung im Verkehrsbereich, 1985). Aussagen über die innere Struktur des eigentlichen Entstehungsprozesses sind auf der Basis eines solchen Datenmaterials also nur näherungsweise möglich – dies gilt selbstverständlich für alle Disziplinen, die mit „üblichem Datenmaterial“ Verkehrsforschung betreiben wollen – wie das ja gerade in der Sozialforschung häufig praktiziert wird.

Wenn wir solche äußeren Kenngrößen des Verkehrs („Verkehrs-Ergebnisgrößen“) mit Kenngrößen der Verursacher und der materiellen Raumstruktur in Relation setzen, liegt damit keine „Erklärung“ im eigentlichen Sinn vor: Aber wir können mit entsprechenden Analysen durchaus Kovarianzen aufzeigen, den Verkehr auf Größen zurückführen, die mit den "wahren Ursachen" höchstwahrscheinlich in einem Zusammenhang stehen. Und mit diesen Informationen lassen sich operationable Verkehrsmodelle bauen, mit denen die Verkehrsroutinen (z.B. an Werktagen) systematisch für die Planung abgebildet werden können.

Auf der einen Seite steht – bezüglich Verkehrsmodellierung – die ingenieurmäßige, erfahrungswissenschaftlich fundierte Lösungssuche – ganz im Sinne von Poppers „Alles Leben ist Problemlösen“ (Popper, 2002) - mit ihren pragmatischen Vereinfachungen. Und auf der anderen Seite stehen heute sozialwissenschaftliche Behauptungen von der Überlegenheit der Lebensstilforschung bei der Erklärung individuellen Verhaltens. Und zu allem Überfluss hat die gemeinsame Beforschung für die Entwicklung eines Problemlösungsinstrumentariums im Verkehrsbereich eben bisher nicht stattgefunden.

Neuerkenntnisse in der Verkehrsforschung

Die Ergebnisse der Mobilitätsforschung im letzten Jahrzehnt bieten die Chance, den tatsächlich heute möglichen Beitrag der Sozialwissenschaften für die Verkehrsproblemlösung herauszuarbeiten. Genauso wichtig ist es aber auch, die diversen Behauptungen der Sozialwissenschaften zur Verkehrsplanung anhand der Forschungsergebnisse auf ihren Sinngehalt zu überprüfen. Dies ist auch wichtig, um Problemlösungsansätze der Ingenieur-Verkehrsplanung gegenüber der Politik zu verteidigen. Denn die auf Konsens ausgerichtete Politik tendiert dazu, die (behauptete) Individualität allen Verkehrshandelns als Argument gegen Eingriffe in das Verkehrsgeschehen zu interpretieren.

Forschungsinitiativen in den 1990er Jahren

Wesentliches Ergebnis der breiten Diskussionen in den 1990ern über „Verkehr verstehen“ und der daran anschließenden mehr oder weniger berechtigten Kritik an vorhandenen Planungsinstrumenten war eine in der Geschichte der Bundesrepublik einmalige Forschungsoffensive (Knie, 2006): Zwischen 1998 und 2004 sind allein aus dem Haushalt des BMBF mehrere Hundert Mio. EUR für die Forschungen der „Zukunftsinitiative Verkehr und Mobilität“ bereitgestellt worden; hierzu gehörten Programme wie:

- Mobilität in Ballungsräumen
- Mobilität und Verkehr besser verstehen
- Mobilitäts-Informationen-Dienstleistungen
- Bauen und Wohnen

Außerdem lief die übliche Ressortforschung in Deutschland und in der EU selbstverständlich parallel weiter.

Leider sucht man vergeblich nach einer auch nur halbwegs vollständigen Dokumentation und nach Veröffentlichungen dieser vielen Forschungsaktivitäten im Rahmen des üblichen Wissenschaftsbetriebes. Außerdem scheint es an Koordination der Programme zu fehlen – einer Abstimmung, an der selbstverständlich die Forschungsnehmer kein besonderes Interesse haben. Einen ersten Eindruck von den Fortschritten vermitteln die während dieser Zeit veröffentlichten Beiträge zu den von 2000 bis 2006 veranstalteten Aachener „Mobilität-und-Stadt“-Tagungen („AMUS“) sowie einzelne Buchveröffentlichungen (Beckmann, StadtLeben - Wohnen, Mobilität und Lebensstil, 2006) (Gutsche & Kutter, Mobilität in Stadtregionen - Akteursorientierte Planungsstrategien für verkehrseffiziente Ballungsräume, 2006) zu ausgewählten Vorhaben. Die wichtigsten Erkenntnisse betreffen die Bedeutung individueller Einflussgrößen sowie die Umsetzung von Neuerkenntnissen zu personenbezogenen Entscheidungsvorgängen bei der Verkehrsentstehung in die Mikro-Simulation.

Sachstand zu individuellen Einflussgrößen

In der kritischen Diskussion über Modelle zum Verkehrsverhalten spielt die These (Scheiner, Zeitstrukturen und Verkehr: Individualisierung der Monilität?, 2006), Verkehrsverhalten habe sich von der Lebenslage und von sozialen Rollenmustern entkoppelt und sei immer weniger aus demographischen und sozialstrukturellen Merkmalen vorhersagbar, die größte Rolle. Am weitesten geht dabei die Teilhypothese, dass Verkehrs- und Aktivitätenverhalten eher aus den selbst gewählten „Lebensstilen“ als aus strukturellen Zwängen zu interpretieren sei (Scheiner, Zeitstrukturen und Verkehr: Individualisierung der Monilität?, 2006).

Eine Untersuchung unter Einbeziehung der Lebensstile (Jürgens & Kasper, 2006) arbeitet heraus, welche Einflüsse (auf das alltägliche Mobilitätsverhalten) von den verfügbaren soziodemographischen und raumstrukturellen Variablen einerseits und auf der anderen Seite von individuellen Merkmalen des Lebensstils ausgehen. Mit den Ergebnissen sind obige Hypothesen im Wesentlichen widerlegt. Pflichtaktivitäten werden erwartungsgemäß durch Merkmale der Soziodemographie am besten abgebildet; Lebensstilmerkmale bringen hier überhaupt keine bessere Erklärung. Geringfügig anders ist dies bei disponiblen Aktivitäten, insbesondere den Freizeitaktivitäten. Die Bedeutung der Variablenbereiche (sozialräumliche Angebotsstruktur, Verkehrsangebot, personenbezogene Merkmale) ist also vom betrachteten Aspekt des Mobilitätsverhaltens abhängig (Hunecke & Schweer, 2006). Lebensstilmerkmale können das Mobilitätsverhalten zusätzlich differenzieren, allerdings stehen auch diese weitergehenden Unterschiede fast immer mit soziodemographischen Merkmalen im Zusammenhang.

Die Organisation der personenbezogenen Aktivitäten in Raum und Zeit wird im Projekt „Mobidrive“ insbesondere auf der Basis einer Längsschnitterhebung (6 Wochen) untersucht (Rindfuser, 2001). Danach sind die wichtigsten Orte von Aktivitäten in einem räumlich relativ eng begrenzten Bereich lokalisiert, der sich innerhalb einer Ellipse mit den beiden Brenn-

punkten Wohnung und wichtigste Hauptaktivität (z.B. Arbeit) befindet. Dieses Ergebnis bestätigt die bisher mehr intuitiv praktizierte Vorgehensweise, bei der Simulation von „als Kette“ erledigten Aktivitäten einen derart abgegrenzten Suchraum (Ellipse) zu unterstellen (Kutter, Modellierung für die Verkehrsplanung - Theoretische, empirische und planungspraktische Rahmenbedingungen, 2003).

Aus den Untersuchungen von „StadtLeben“ (Hunecke & Schweer, 2006) ergeben sich darüber hinaus einige für die Modellkonstruktion und –anwendung wichtige methodische Hinweise: Beim Vergleich der linearen Modelle (Faktorenmodell) mit den Typenansätzen (z.B. „Verhaltensähnliche Kategorien“) zeigt sich eine methodologische Überlegenheit der linearen Erklärungsmodelle. Sie ermöglichen, das Zusammenwirken der unterschiedlichen Einflussfaktoren auf das Mobilitätsverhalten in die Modellierung einzubeziehen. Trotzdem erscheint auch weiterhin eine Anwendung von „Gruppenansätzen“ sinnvoll: Erstens können mobilitätsrelevante Einflussfaktoren in den Personengruppen auf jeweils spezifische Weise wirken. Zweitens sprechen Anwendungsaspekte für die Typenansätze, weil Interventionsmaßnahmen für konkrete Zielgruppen besser kommunizierbar sind.

Von besonderer Tragweite für Verkehrsanalyse und -modellierung erweist es sich, dass verschiedene Projekte die Wohn- und die Alltags(Verkehrs)mobilität in ihrer Wechselbeziehung analysieren. So liefern z.B. (Beckmann, Integrierte Mikro-Simulation von Raum- und Verkehrsentwicklung, in ISB der RWTH Aachen, 2006) den breiten analytischen Unterbau für eine Differenzierung der Umlandbewohner nach Wohndauer bzw. Zuzugszeitpunkt und den damit verbundenen Besonderheiten der Verkehrsmobilität. Konkret folgt daraus, dass bei der Verkehrssimulation Wanderungs- bzw. Umzugsmodelle der eigentlichen Verkehrsabschätzung vorzuschalten sind. Für die Konstruktion entsprechender Modelle zur Wohnmobilität wurden gleichfalls die wichtigsten Einflussgrößen ermittelt (Scheiner, Erklärungsmodelle der Wohnmobilität, 2006): Kenngrößen der Lebenslage (Alter, Lage im Lebenszyklus) erklären danach auch die wesentlichen Ausprägungen der Wohnmobilität.

Sachstand zur mikroskopischen Simulation

Wenn auf der einen Seite Verhalten bei der Wohn- und Verkehrsmobilität durch Einbeziehung von Personenmerkmalen besser erklärt werden könnte, müssten im Gegenzug Maßnahmen direkt bei den Einzelakteuren ansetze (Beckmann, StadtLeben - Wohnen, Mobilität und Lebensstil, 2006). Für die Simulationsinstrumente bedeutet dies, dass Handlungsweisen, Präferenzen, Werthaltungen und individuelle Restriktionen (z.B. Organisation im Haushalt) zum Abbildungsgegenstand werden. Die Historie derartiger Mikrosimulationen reicht inzwischen über 30 Jahre zurück. Bezeichnend für diesen langen Vorlauf ist allerdings auch die Tatsache, dass zwischen den konzeptionellen Modellstrukturen und den Basisdaten vom „Verhalten“ kaum jemals Kompatibilität geherrscht hat. Auf der einen Seite also ist Mikrosimulation „methodisch elegant“ und auf die Erfordernisse von Vorhersagen viel besser abgestimmt. Aber auf der anderen Seite ist die Frage nach dem – für die Planung unverzichtbaren

– maßgeblichen individuellen Verhalten auch nach den letzten 10 Jahren Intensivforschung kaum besser zu beantworten

So ist „AVENA“ beispielsweise (Brüggemann, 2000) ein „Wortmodell“ des Systems städtische Mobilität und des mobilitätsbezogenen Handelns und Entscheidens von Akteuren in privaten Haushalten. Dabei planen die Akteure eine Woche rational auf der Grundlage ihres subjektiven Stadtbildes sowie des subjektiven Bewertungsgefüges. Leider bleibt dieses durchaus logische Simulationsmodell ein theoretisches Konstrukt, da angemerkt wird (S. 63), dass vereinfachte (also praktikable) „Wahrnehmungs- und Entscheidungstypen“ bisher nicht durch Verhaltensparameter beschrieben werden können.

Im Rahmen des Verbundprojektes ILMASS (Integrated Land Use Modelling and Transportation System Simulation) wurde ein ähnliches Modellkonzept zur Simulation der Verkehrsnachfrage (Mühlhans, 2006) entwickelt. Der Ansatz beruht (in der Theorie) auf einer Simulation individuellen Aktivitäten-Planungs- und Entscheidungsverhaltens. Allerdings werden auch hier Module auf unterschiedlichem Aggregationsniveau implementiert (S.36), da nicht absehbar ist, ob die Eingangsgrößen für das psychologische Akteursmodell in der wochentagsspezifischen Aufteilung in absehbarer Zeit praxistauglich verfügbar sein werden. Die bisherigen Pilotanwendungen greifen deshalb auf die Informationen von Stichtagserhebungen auf Bundesebene zurück.

Im Rahmen der Analyse des „Deutschen Mobilitätspanels“ – also einer sehr viel differenzierteren Datengrundlage - wurde das Simulationsmodell „mobiTOPP“ als längsschnittorientiertes Mikrosimulationsmodell entwickelt. Es integriert die Komponenten Raum, Mobilität und Verkehrsmanagement (Schnittger & Zumkeller, 2006). Die elementaren Einheiten dieser Mikrosimulation sind Individuen im Haushaltskontext, die beim Übergang in das Verkehrssystem in Fahrzeuge transformiert werden. Bei der Beschreibung wird deutlich, dass sich die Modellentwickler bereits seit 30 Jahren (z.B. Zumkeller) mit Fragen der Mikrosimulation beschäftigen, eine solche Gesamtsimulation aber erst jetzt auf der Basis des Deutschen Mobilitätspanels methodisch korrekt in Angriff genommen haben. Bisherige Modellanwendungen mit mobiTOPP wurden bereits in mehreren Regionen mit rund 200 Tsd. Einwohnern erfolgreich durchgeführt und belegen die Praktikabilität des längsschnittorientierten Mikromodells zur Abschätzung der Verkehrsentwicklungen bei alternativen Raumentwicklungen.

Diese Pilotanwendungen dokumentieren allerdings auch die erforderliche unvergleichlich höhere Detailkenntnis bei Datenmaterial, bei den Besonderheiten der Planungsräume und einen extrem hohen Rechenaufwand. Darüber hinaus gibt es allerdings auch einige generelle Einwendungen (Kutter, Entwicklung innovativer Verkehrsstrategien für die mobile Gesellschaft, 2005), die die Frage betreffen, inwiefern panelbasierte Spezialschätzungen das breite Zahlenmaterial einer regionalen Gesamtverkehrssimulation ersetzen können: Diese Erhebungen eines Zeitlängsschnitts zeigen, dass Details der Entstehung von Verhalten nur eingebunden in die Betrachtung einer langen Folge von Tagen analysiert werden können. Dies wirft die Frage auf „welcher Tag“ (aus der Folge von Tagen) zur Beschreibung eines

Individuums im Rahmen der Konstruktion eines Gesamtverkehrsbildes ausgewählt werden soll. Und mit dieser Frage stößt man dann sofort an die von der Wissenschaftstheorie gesetzten Grenzen: Der zufallsabhängig herausgelöste Einzeltag ist wiederum eine Stichprobe, die nur objektive Wahrscheinlichkeitsaussagen erlaubt; und ein ggf. möglicher Mittelwert für eine längere Folge von Tagen liefert sehr kleine „Multi-Wahrscheinlichkeiten“, die weder eine Tagesvorhersage für das Gesamtverkehrsbild erlauben noch eine individuumsbezogene Simulation ermöglichen.

Altbewährtes und Neues für die Verkehrsmodellierung

Da die Hauptkritik an Verkehrsforschung und -modellierung vor 10 Jahren von Seiten der Gesellschaftswissenschaften kam, ist an dieser Stelle insbesondere die Bilanz der von Sozialwissenschaftlern mitbearbeiteten Forschungsprojekte von Interesse. Deshalb sind hier zunächst Auszüge aus der persönlichen Bilanz eines der Hauptkritiker aufgeführt (Knie, 2006): „Moderne Gesellschaften sind verkehrsentensive Gesellschaften, es existiert eine Wahlverwandtschaft zwischen dem Grad der Moderne und der Entwicklung des Verkehrs: Keines der Projekte, die sich mit diesem Wandel des Verkehrsverhaltens beschäftigt haben, konnte Ansätze aufzeigen, mit deren Hilfe diesem Megatrend (in Richtung mot. IV) dauerhaft hätte begegnet werden können“.

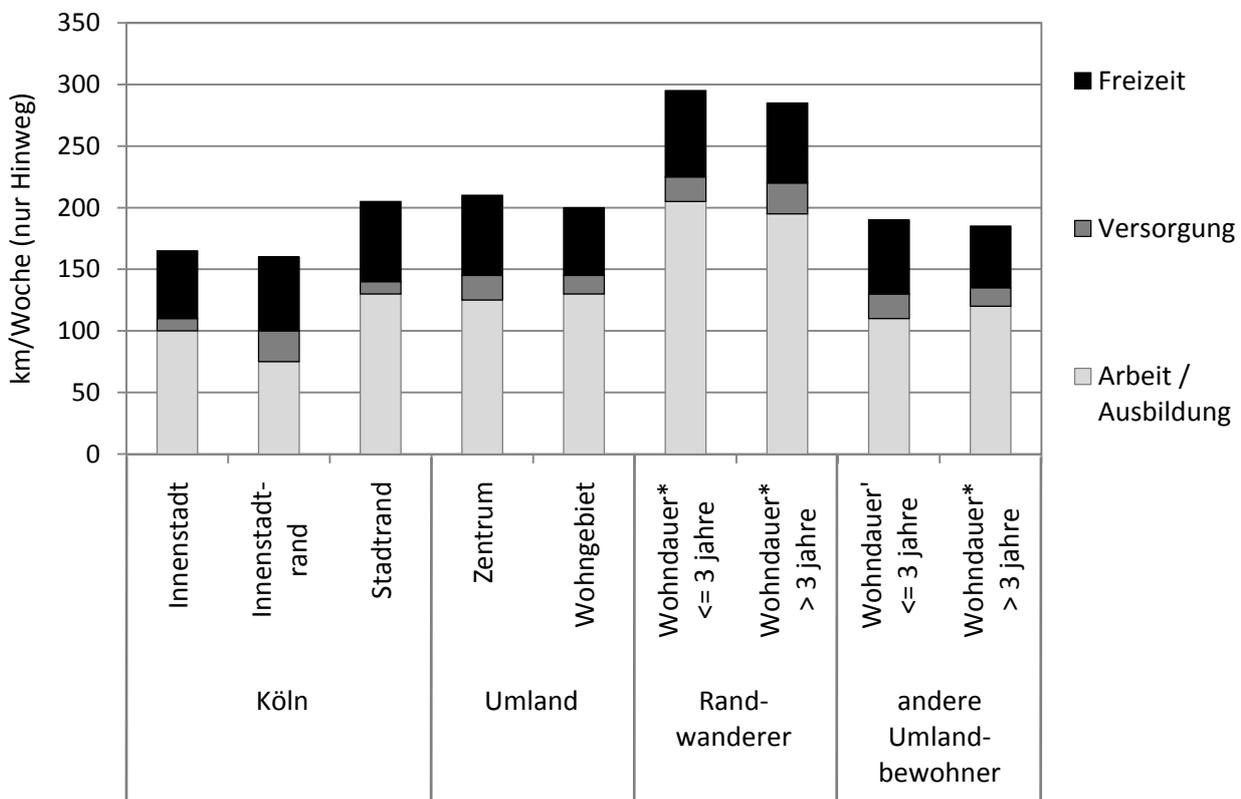
Interessanterweise kapitulieren die Sozialwissenschaften gewissermaßen vor diesem Erkenntnisstand als Hintergrund. Denn für sie gab es damals wie heute zu diesem Megatrend keine wirklichen Handlungsoptionen (Schöller, 2006): Politik kann oder will man sich nur als Ausnahme vorstellen. In den 1970er Jahren war die alternative Verkehrsentwicklung folgerichtig nur als Ergebnis eines gesellschaftlichen Systemwechsels denkbar. Und heute wirkt das sich selbst immer wieder erneuernde Subsystem des motorisierten Individualverkehrs noch genauso als übermächtiges alternativloses Faktum, das man allenfalls durch ein anderes technisches Großsystem ersetzen könnte. Paradoxe Weise wird aber trotzdem nicht gesehen oder ignoriert, dass die Modelle der Ingenieure sich genau dieses Beharrungsvermögen des Raum- und Verkehrs-Systems immer zu Nutze gemacht haben, dass ihre Modelle daraus gewissermaßen ihre Berechtigung ableiteten.

Und die 10 Jahre Intensivforschung haben dies ja gerade auf Seiten der Sozialwissenschaften vollinhaltlich bestätigt (Knie, 2006): „Fast alle Forscher kommen (auch bei mikroskopischen Ansätzen, Anm.) zu dem Befund, dass die entscheidenden Handlungen im Verkehr durch Routinen geprägt werden: Vor allen Dingen bei der täglichen Verkehrspraxis möchte man die Anteile an bewusst zu treffenden Entscheidungen möglichst minimieren und über die Wahl des Verkehrsmittels nicht nachdenken; man speichert eine einmal getroffene Entscheidung einfach ab.“

Gegenüber dieser ernüchternden Bilanz der Forschung zu den Mobilitätsentscheidungen, über die wir heute vergleichbare Informationen haben wie mehrere Jahrzehnte zuvor, ist eine für die Abbildung der Alltagsmobilität elementare Neuerkenntnis die gemeinsame Sicht von sich überlagernden räumlichen Prozessen mit unterschiedlicher Fristigkeit (Hammer &

Scheiner, 2006): “Räumliche Mobilität ist mithin als Prozess aufeinander folgender lang- und kurzfristiger Entscheidungen zu verstehen. Dabei kommt den Auswirkungen von Wohnstandortentscheidungen auf die Alltagsmobilität analytisch Priorität zu, da diese Entscheidung als langfristige Festlegung den vom Wohnstandort ausgehenden Mobilitätsentscheidungen vorausgeht.“

Die Bedeutung der Standortwahlvorgänge für die Abschätzung des Verkehrsbildes kann heute relativ gut quantitativ eingegrenzt werden: Speziell bei den „Randwanderern“ wird von mehreren Autoren die Orientierung am früheren Wohnort empirisch belegt. Diese (Rück-)Orientierungen sind auch von hoher zeitlicher Stabilität, bleiben also auch bei längerer Wohndauer fast in vollem Umfang erhalten (Kasper & Scheiner, 2006). „Aus diesem Grund legen Randwanderer pro Woche um etwa 60 % längere Strecken zurück als alteingesessene „Suburbaniten“ (Abbildung 1). Dies ist vor allem auf Berufs- aber auch auf Freizeitwege zurückzuführen.“



* Wohndauer im Quartier
Ausreißer in den Freizeitdistanzen (>400 km/Woche) bleiben unberücksichtigt

Abbildung 1: Reisedistanzen von Erwerbstätigen (Vollzeit) nach Wohngebiet und Wanderungstyp (Quelle: Kasper u. Scheiner, 2006;S. 177)

Die Verkehrsproduktion von Randwanderern hat auch (Gutsche, Verkehrserzeugende Wirkungen des kommunalen Finanzsystems, 2004) für Neubaugebiete in der Region Hamburg untersucht. Er ermittelt auf einer sehr breiten empirischen Grundlage den Verkehrsaufwand je Neubewohner – je nach Wohnstandort – mit 12 bis 28 Perskm pro Tag im mot.

IV (!). Die Variabilität von fast 20 km kommt durch Lage- und Ausstattungsunterschiede der Wohngebiete zustande. Für die Planung in der Region von besonderer Bedeutung sind dabei die Wirkungen der einzelnen strukturellen Kenngrößen, da diese beobachteten Wirkungen im Prinzip über die Möglichkeit von Eingriffen entscheiden: 50 % der Variabilität des Verkehrsaufwandes erklären sich aus der Entfernung zum Zentrum Hamburgs; die Nahausstattung des Neubaugebietes erklärt bis zu 10% der Distanzunterschiede und die Ausstattung mit ÖPNV schließlich nur noch 8%(!).

„Quo vadis“ regionale Verkehrsmodellierung?

Von stabiler (konstanter) Sachstruktur zu erreichbarkeitsabhängiger Orientierung im Raum

In den ersten Jahrzehnten der Verkehrsmodellierung war es das Hauptziel der Planer, die soziodemographische Determination von Tagesabläufen und der dabei auftretenden Verkehrsmittelwahl besser nachzuvollziehen. Differenzierungen bezüglich der Orientierung im Raum spielten nur eine geringere Rolle: Der (meist analysierte) städtische Raum war relativ überschaubar, die materielle Struktur war (scheinbar) fest gefügt. Dies hat sich mit 30 Jahren Stadt- und Motorisierungsentwicklung grundlegend verändert, da jetzt „Verkehrserreichbarkeit“ ein neuartiges Verhalten im Raum möglich macht. Und wesentliche Gründe hierfür liegen in sozioökonomischen Gegebenheiten (Wohlstand), im Vorhandensein nahezu ubiquitärer Straßennetze, dem laufenden Ausbau dieser Netze und der dynamischen Raumentwicklung mit den vielen „autobasierten Selbstverständlichkeiten“. Es ist diese Autoaffinität des Gesamtsystems, die ab einer bestimmten Entwicklungsstufe dem Verkehrsteilnehmer kaum noch Alternativen bei der kurzfristigen Mobilitätsentscheidung belässt.

Angesichts der heute gegebenen „Breite des Zugriffs“ auf individuelle Verkehrserreichbarkeit liegt es geradezu auf der Hand, dass wesentliche Teile auch der kurzfristigen Entscheidungen (zwischen Verkehrsmitteln) sich kaum noch als realistische Wahlsituationen darstellen: Eine Motorisierung weit jenseits der früher einmal beschworenen „Vollmotorisierung“ (1 Pkw/Haushalt), die in Extremfällen wie im Hamburger Umland (Norderstedt und Bad Segeberg) bei 700 und 800 Pkw/1000 Einwohner liegt, ist nach einiger Zeit unverzichtbarer „Begleitumstand“ der praktizierten Lebensabwicklung und der praktizierten „Lebensstil-Typen“.

Die individualisierte Verkehrserreichbarkeit, die verglichen mit der Verkehrserreichbarkeit kollektiver Systeme – schon in einer Großstadt mit öffentlichen Schienenverkehrsmitteln – eine 3- bis 4-mal so große Auswahl unter Wohnstandorten sowie unter den Optionen bei der Zielwahl gewährleistet, hat die Orientierung der Menschen in ihrem Lebensraum total verändert: Knappe Arbeitsplätze oder bestimmte Ausbildungspräferenzen führen genauso zu einer (fast) entfernungsunempfindlichen Zielorientierung wie die „lifestyle-konformen“ Präferenzen für bestimmte Einkaufs- und Freizeiteinrichtungen oder auch Wohnlagen. Verkehrsver-

flechtungen werden in einem solchen Gefüge immer mehr zu einer „Begleiterscheinung“, Input-Variablen sind Standorte im Raum und aktorsbezogene Verkehrserreichbarkeiten. Dies heißt allerdings auch, dass bei der Betrachtung von Prognosezeiträumen den während dieser Zeit stattfindenden Standortveränderungen sehr viel mehr Bedeutung (für die Verkehrsbildausprägungen) zukommt als etwa dem (möglichen) Ausbau der Verkehrsinfrastruktur, also den eigentlichen „Verkehrsmaßnahmen“.

Neue Struktur der Verkehrssimulation

Aus dieser dominierenden Rolle der individuellen Erreichbarkeitsstandards resultiert, dass die Verkehrssimulation von einer umfassenderen Logik zur Entstehung des Personenverkehrs ausgehen sollte (vgl. hierzu Abb. 2): Das Verkehrsbild t_0 (Basiszustand) ist determiniert durch die Raumstruktur t_0 und die Verkehrserreichbarkeit t_0 ; es entsteht durch Realisierung von Aktivitäten im Raum unter Anwendung der aktuellen „Verhaltensweisen“. Bevor die Entstehung eines zukünftigen momentanen Verkehrsbildes t_1 betrachtet werden kann, sind für den Entwicklungszeitraum t_0 bis t_1 die Veränderung der Standortstrukturen, der Verkehrserreichbarkeit und die möglichen Veränderungen der Reaktionsweisen zu antizipieren. Die entscheidende Bedeutung eines solchen Vorlaufs für die zweite Verkehrssimulation t_1 liegt darin begründet, dass mit den darin enthaltenen (und abbildbaren) Standortveränderungen die raumstrukturellen Ausgangsbedingungen für die (dann wiederum momentane) Verkehrsentstehung völlig neu strukturiert sind.

Dies soll noch etwas weiter erläutert werden: Wenn in deutschen Großstädten „statistisch“ jeder Bewohner alle 7 Jahre einmal umzieht, wohnt nach einem Zeitraum „ t_1-t_0 “ (der oft 15-20 Jahre umfasst) nur noch ein Teil der Einwohner am gleichen Ort, andere sind dann schon mehrfach umgezogen. Entsprechend erfolgt auch die Nutzung des Stadtraumes mit völlig anderen äußeren Merkmalen, gleichgültig, ob alte Aktionsräume unter Inkaufnahme höherer Entfernungen beibehalten oder neue konstituiert werden. Die Modellierung kann sich in einem ersten Ansatz darauf beschränken, die zeitstabilen Reaktionsweisen bei der Konstituierung von Aktionsräumen herauszuarbeiten (und anzuwenden) und bei der anschließenden Verkehrsmodellierung das Hauptaugenmerk auf die valide (prospektive) Abbildung der Verkehrseffekte von neuen Standortkonstellationen – wiederum mit zeitstabilen Reaktionsweisen – zu richten. Die so entstehende „Modellwelt“ für Verkehrsentstehung im Raum ist so lange von höchster erreichbarer Realitätsnähe, wie es nicht realistisch erscheint, individuelle Standortpfade (im Raum) und ihre verkehrsbezogenen Konsequenzen in allen Einzelheiten für die Konstruktion eines Gesamtverkehrsbildes in der Planung abzubilden.

Nach dem heutigen Kenntnisstand von den Standortwahlvorgängen kann zunächst einmal von folgenden einfachen Arbeitshypothesen ausgegangen werden:

- Es ist bisher nicht genau zu differenzieren, welche Anteile an Standortentscheidungen auf externe Rahmenbedingungen zurückgehen und welche individuell motiviert sind. Grundsätzlich gilt jedoch, dass Standortveränderungen einmal voll „öffentlich abge-

segnet“ (genehmigt) sind und darüber hinaus von der Lebenslage der Handelnden und erst dann von momentanen Werthaltungen (Lebensstile, „Zeitgeist“) bestimmt werden. Dies spricht dafür, dass sich auch diese mittelfristigen Entscheidungen auf der Basis statistischer Erwartungswerte für Zielgruppen abbilden lassen.

- Vermutlich beruhen die individuellen räumlichen Möglichkeiten – Grundlage für Standortentscheidungen (in größerer Perspektive) – auf individuellen Schätzungen der jeweiligen Verkehrserreichbarkeit; für den überwiegenden Teil der Bevölkerung ist dabei inzwischen die Autoerreichbarkeit Kalkulationsgrundlage, die Limitierung der Distanzen (über die erreichbare Geschwindigkeit) folgt aus einem für erträglich gehaltenen Verkehrszeitaufwand pro Tag.

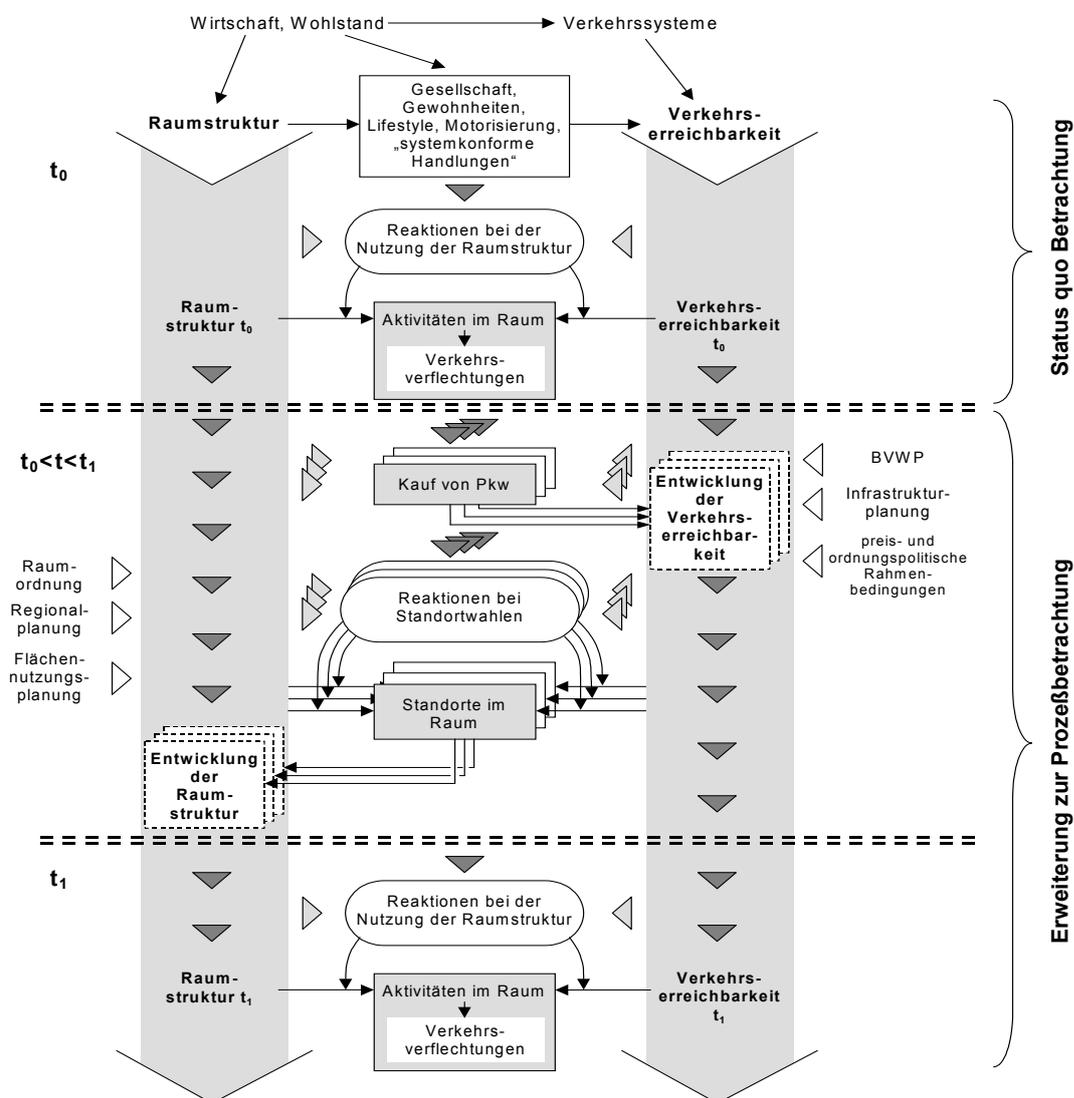


Abbildung 2: Rahmenbedingungen der Abbildung der regionalen Verkehrsentstehung im Zeitverlauf (Quelle:Kutter, 2005; S. 236)

Reaktionen auf Raumkonstellationen immer noch Basis der Prognose

Die vorstehenden Änderungsvorschläge zur Verkehrsmodellierung ergeben sich aus Erfahrungen mit Entwicklungen in der realen Welt. Demnach beruhen Veränderungen der Verkehrsverflechtungen oft gar nicht auf Verhaltensänderungen. Wird dieses „Verhalten“ nämlich unter Beachtung der räumlich-zeitlichen Limitierungen (in individuellen Tagesabläufen) als „Empfindlichkeit gegen Zeitaufwand“ definiert, so ist es über Jahrzehnte nahezu konstant geblieben: Mit im Prinzip unveränderten Reaktionen auf Zeitdistanzen werden weiterentwickelte (also autoorientierte) Verkehrserreichbarkeiten auf die inzwischen veränderten sachstrukturellen Konstellationen angewendet. Und diese Zusammenhänge ermöglichen es, fast die gesamten beobachteten Verkehrsentwicklungen als Ergebnis von Entwicklungen bei den materiellen Ausgangsbedingungen zu modellieren (und damit auch relativ treffsicher zu prognostizieren).

Leider ist eine solche Verhaltensrealität (mit Orientierung an Autoerreichbarkeit) gleichzeitig negativ für die vielen Bemühungen um Verhaltensbeeinflussung im Interesse des Umweltverbundes. Weder sind die Menschen in ihrer Mehrzahl – wie früher auf „ÖPNV-Achsen“ fixiert, noch sind ihre Aktionsräume wesentlich an der Qualität der Rad- und Fußwegenetze orientiert. Vielmehr ist der Anteil der „Eigenfortbewegung“ nur noch eine Funktion der Ausstattung mit Einrichtungen im Nahbereich; diese aber geht aufgrund der Autoerreichbarkeit laufend zurück.

Diversifizierung bzw. Individualisierung (im Verkehr) beruht also nur zu einem geringen Teil auf dem Eigensinn der Menschen. Aber die Soziologie ignoriert typischerweise leider die Eingebundenheit des Individuums in die materielle Umwelt, die „Sachdominanz in Sozialstrukturen“ (Linde, 1972), wenn sie immer noch behauptet (Schöller, 2006): „Es war den Menschen möglich, individuelle Mobilitätsbedürfnisse zu entwickeln, mit denen sie sich auch von ökonomischen Zyklen emanzipierten. Auch wenn die Wirtschaftsentwicklung nachließ, die Menschen bewegten sich weiter, ja mehr noch, sie schichteten ihre Bedürfnishierarchie zugunsten eines gesteigerten Mobilitätsverhaltens um.“

Bei solchen Aussagen werden die Wechselbeziehungen zwischen menschlichen Tagesabläufen und den Rahmenbedingungen der räumlichen Umwelt schlicht ausgeblendet. Stattdessen dürfte viel eher gelten: Ein erheblicher Anteil (an Mobilität) wird ausgelöst durch die veränderten Raum-Zeit-Strukturen, von der durch bessere Erreichbarkeit ermöglichten Nutzung immer größerer Raumeinheiten. Aber auch die Lockerung und Veränderung von Zeitordnungen begünstigt „individuellere“ Tagesabläufe. Selbstverständlich bleiben auch derart diversifizierte Abläufe – bei Kenntnis der auslösenden Strukturen – immer noch modellierbar. Zwar steht die konstatierte ständig anwachsende „Individualität“ teilweise in erheblichem Widerspruch zu „einfachen Modellen“, stellt also erheblich größere Anforderungen an die Modellbildung. Dies spricht aber keineswegs gegen die Modellbildung als Instrument für die Problemlösung.

Insbesondere ist es einer der großen Irrtümer in der aktuellen Verkehrsforschung, anzunehmen, die operationalisierten Schätzungen von Entwicklungen oder der Wirkungen von Eingriffen könnten durch „mehr Nähe zum Verkehrsteilnehmer“ und entsprechende Befragungen ersetzt werden: Abgesehen davon, dass Befragungen zu „voraussichtlichem Verhalten“ lediglich den Rahmen widerspiegeln, den der Befrager vorgibt, sind die verkehrsteilnehmenden Laien bei der Einschätzung zukünftiger Sachverhalte noch mehr überfordert als der Experte. Insbesondere ist es völlig unmöglich, die gesamte Komplexität der längerfristigen Entwicklungen in solchen Befragungen angemessen zu berücksichtigen.

Vor diesem Hintergrund spielt das systematisierbare im Verhalten (Routinen) für die Planung auch heute die ausschlaggebende Rolle, weil wir nicht „ausgewählte Abbilder“ brauchen, sondern plausible Abbildungen des Gesamtverkehrs. Diese wiederum sind gegenwärtig nur rekonstruierbar unter Verwendung der wichtigsten Zielgruppen (Typen oder Kategorien), da die (übliche) Datenlage dem Herunterbrechen auf Individuen und deren spezielle Lebensstile (noch) unüberwindliche Grenzen setzt. Die Arbeit der „Mikro-Simulierer“ dürfte allerdings keineswegs umsonst gewesen sein, da bestimmte Rahmenbedingungen (etwa die Situation in einzelnen Haushalten mit dem Zugriff auf den Pkw) eben nur auf der Individualebene – ggf. über die Simulation „fiktiver Individuen“ unter Verwendung zufallsabhängig genutzter Mittelwerte – eingebracht werden können.

Schlußfolgerungen

Ingenieur-Verkehrsplanung ist Bestandteil der Daseinsvorsorge in regionalen Lebens- und Wirtschaftsräumen. Spezielle Aufgabe dieser Vorsorge „im Verkehr“ ist es, dafür zu sorgen, dass die Funktionsfähigkeit der Verkehrsabläufe längerfristig sichergestellt bleibt. Bei dem Umfang, den Verkehr infolge privater Mobilität und wirtschaftsseitiger Logistikprozesse heute erreicht hat, scheidet „Anpassung“ an beliebige (Verkehrs) Nachfrageentwicklungen als Problemlösung aus. Hauptaufgabe der Verkehrsplanung ist es deshalb, Verkehrsentwicklungen erträglich zu halten, indem geeignete Maßnahmenprogramme entwickelt und umgesetzt werden. Ein hierfür erforderliches Antizipieren von möglichen Handlungspfaden ist nur mit realitätsnahen Modellen möglich. Selbstverständlich müssen diese Modelle dazu in der Lage sein, die in der betrachteten Region zu erwartenden Entwicklungen aller Art (räumlich-zeitliche Strukturen, Entwicklung der Bevölkerung) sowie die Effekte der denkbaren Interventionen im Raum-und-Verkehrs-System abzubilden.

Und für diese realitätsnahe Abbildung zukünftiger (und beeinflusster) Entwicklungen (des Verkehrs) ist es entscheidend, die tatsächlich maßgeblichen Einflüsse auf die Verkehrsverflechtungen zu berücksichtigen. Als wesentliches Ergebnis von 10 Jahren Forschung zur Verkehrsentstehung ist die Hypothese von der Individualisierung aller Mobilität praktisch widerlegt. Routinisiertes alltägliches Verhalten in Raum und Zeit ist nach wie vor die Regel und bildet entsprechend das Rückgrat und die Legitimation der Abstraktionen für die Modellbildung. Kernbestandteil dieses routinisierten Verhaltens ist aber heute auch der uneinge-

schränkte Einsatz individueller Verkehrserreichbarkeit bei der Wohnstandort- und Aktivitätenlokation – was im Übrigen im übertragenen Sinn auch für die Wirtschaft gilt. Wenn sich dann auf längere Sicht die Raum-Zeit-Verflechtungen in den Lebensräumen diversifizieren, täuscht dies lediglich vor, das Verhalten hätte sich individualisiert. Tatsächlich werden immer noch die gleichen (Zeit-)Distanzreaktionen, allerdings nunmehr auf veränderte Raum-Zeit-Strukturen angewendet. Dies funktioniert aber nur auf der Basis individueller Verkehrserreichbarkeit, womit gleichzeitig die bescheidenen Erfolge der Verbesserungen im „Umweltverbund“ erklärt sind.

Darüber hinaus haben 10 Jahre Forschung auf breiter Basis verdeutlicht, um wie viel wichtiger, als die akribische Suche nach der Individualität im Verhalten, die umfassende Berücksichtigung der Rahmenbedingungen des alltäglichen Verkehrshandelns ist. Hierzu gehören die demographischen Veränderungen, die „Schrumpfungsprozesse“ genauso wie die innerregionalen Wanderungen der Einwohner, die räumlichen Veränderungen der Gewerbestrukturen und die Konzentrationsprozesse bei vielen Arten von Einrichtungen. Im komplexen Zusammenspiel sind es diese ursächlichen Strukturveränderungen, die ein immer stärker diversifiziertes Verkehrsergebnis zur Folge haben. Solche Erkenntnis allerdings spricht eindeutig gegen die immer feinere Untergliederung der Wissensgebiete. Mit dieser Art Diversifizierung hat die Interdisziplinarität – im Verkehrsbereich – leider überhaupt nicht funktioniert.

Literaturverzeichnis

Beckmann, K. J. (2006). Integrierte Mikro-Simulation von Raum- und Verkehrsentwicklung, in ISB der RWTH Aachen. *"Stadt Region Land"*, Heft 81 , p. Vorwort.

Beckmann, K. J. (2006). *StadtLeben - Wohnen, Mobilität und Lebensstil*. Wiesbaden.

Brüggemann, U. (2000). AVENA - Ein aktorsorientiertes Modell der Verkehrsnachfrageentstehung, in ISB der RWTH Aachen. *"Stadt Land Region"*, Heft 69 , pp. 55-69.

Gutsche, J.-M. (2004). *Verkehrserzeugende Wirkungen des kommunalen Finanzsystems*. Berlin.

Gutsche, J.-M., & Kutter, E. (2006). *Mobilität in Stadtregionen - Akteursorientierte Planungsstrategien für verkehrseffiziente Ballungsräume*. Berlin.

Hammer, A., & Scheiner, J. (2006). Lebensstile, Wohnumlieus, Raum und Mobilität - Der Untersuchungsansatz. In K. J. Beckmann, *StadtLeben - Wohnen, Mobilität und Lebensstil* (pp. 15-30). Wiesbaden.

- Hautzinger, H. (1997). *Mobilität und Verkehr besser verstehen, Veröff. der Abteilung "Organisation und Technikgenese"*. Berlin: WZB.
- Hunecke, M., & Schweer, I. R. (2006). Einflussfaktoren der Alltagsmobilität. In K. J. Beckmann, *StadtLeben - Wohnen, Mobilität und Lebensstil* (pp. 148-166). Wiesbaden.
- Jürgens, C., & Kasper, B. (2006). Alltagsmobilität, Raum und Lebensstile. In K. J. Beckmann, *StadtLeben - Wohnen, Mobilität und Lebensstil* (pp. 125-141). Wiesbaden.
- Kasper, B., & Scheiner, J. (2006). Räumliche Mobilität als Prozess kurz- und langfristigen Handels: Wohn- und Alltagsmobilität. In B. K. J., *StadtLeben - Wohnen, Mobilität und Lebensstil* (pp. 167-186). Wiesbaden.
- Knie, A. (2006). Müde geforscht: Zustände sozialwissenschaftlicher Mobilitäts- und Verkehrsforschung. *Arbeitspapier zur Vorbereitung eines "Handbuchs Verkehrspolitik"*. Berlin.
- Kutter, E. (1972). Demographische Determinanten städtischen Personenverkehrs. *Diss TU Braunschweig*. Braunschweig.
- Kutter, E. (2005). *Entwicklung innovativer Verkehrsstrategien für die mobile Gesellschaft*. Berlin.
- Kutter, E. (2003). Modellierung für die Verkehrsplanung - Theoretische, empirische und planungs-praktische Rahmenbedingungen. *ECTL Working Paper Nr.21*. TU Hamburg-Harburg.
- Kutter, E. (1985). Notwendigkeiten, Möglichkeiten und Grenzen der Realwelterfassung im Verkehrsbereich. p. 58.
- Linde, H. (1972). *Sachdominanz in Sozialstrukturen*. Tübingen.
- Mühlhans, H. (2006). ILLUMINASS - Teilmodelle zur Simulation der Verkehrsnachfrage, in ISB der RWTH Aachen. *"Stadt Region Land" Heft 81*, pp. 33-51.
- Popper, K. R. (2002). *Alles Leben ist Problemlösen*. München.
- Rindfüser, G. (2001). Raum-Zeit-Analyse individueller Tätigkeitsprofile, in der ISB RWTH Aachen. *"Stadt Region Land" Heft 71*, pp. 89-105.
- Scheiner, J. (2006). Erklärungsmodelle der Wohnmobilität. In K. J. Beckmann, *StadtLeben - Wohnen, Mobilität und Lebensstil* (pp. 112-124). Wiesbaden.
- Scheiner, J. (2006). Zeitstrukturen und Verkehr: Individualisierung der Mobilität? *Internationales Verkehrswesen*, 58. Jg., Heft 12, pp. 576-577.
- Schnittger, S., & Zumkeller, D. (2006). mobiTopp - Ein längs schnittorientiertes Mikrosimulationsmodell, in ISB RWTH Aachen. *"Stadt Region Land"*, Heft 81, pp. 193-204.

Schöller, O. (2006). Verkehrspolitik: Ein mehrdimensionaler Ansatz mit sozialwissenschaftlichem Schwerpunkt. *Arbeitspapier zur Vorbereitung eines "Handbuchs Verkehrspolitik"*. Berlin.

Martin Kagerbauer
Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe

Wilko Manz
STRATA GmbH, Karlsruhe

Anforderungen an Mobilitätsdaten aufgrund heterogener Entwick- lung der Verkehrsnachfrage

Erfahrungsbericht aus dem Deutschen Mobilitätspanel und
den regionalen Panelerhebungen

Einleitung

In der Vergangenheit folgten Prognosen und darauf aufbauende Planungen dem Paradigma einer allorts wachsenden Nachfrage im Personenverkehr. Nachdem jedoch in der letzten Dekade bundesweit Stagnationstendenzen offenbar geworden sind und absehbar ist, dass die bisherigen treibenden Kräfte, wie Steigerungen des Motorisierungsgrades und der realisierten Netzgeschwindigkeit, kaum weiteres Potenzial für Wachstum bieten, verschiebt sich der Fokus regionaler Fragestellungen. Schon heute ist – bezogen auf Prognosehorizonte von 2030 oder 2050 - ein Schrumpfungsprozess im Personenverkehr unumkehrbar. Hierbei ist aber offensichtlich, dass die Entwicklungen in den Regionen sowohl hinsichtlich Richtung als auch im Hinblick auf die Dynamik sehr verschieden sein werden. Diese Situation erfordert umfassende Daten und Informationen über die aktuelle Situation und insbesondere ein weitergehendes Verständnis für die Prozesse, die den künftigen Entwicklungen zugrunde liegen.

Ein zusätzliches Problem liegt in den langen Planungs- und Nutzungszeiträumen unserer Infrastrukturen. Um diesen gerecht zu werden, sind langfristige Prognosen der zu erwartenden Entwicklungen und Veränderungsprozesse erforderlich. In einer Zeit, die vom Umbruch der demografischen Strukturen, den Folgen der Globalisierung und der Notwendigkeit

einer nachhaltigen Klimapolitik geprägt ist, ist eine regionale Verkehrsplanung erforderlich, die diesen Entwicklungen durch adäquate Datengrundlagen und verbesserte Prognosemethoden Rechnung trägt, um eine nachhaltige Entwicklung sicherzustellen.

In Deutschland stehen mit den Erhebungen KONTIV bzw. Mobilität in Deutschland (MiD) (Kunert, Kloas, Kuhfeld, & Follmer, 2004), dem System repräsentativer Verkehrserhebungen (SrV) (Ahrens, Ließke, & Wittwer, 2004) und dem Deutschen Mobilitätspanel (MOP) (Zumkeller, Chlond, Ottmann, Kagerbauer, & Kuhnimhof, 2008) so viele überregionale Erhebungen zur Verfügung wie in kaum einem anderen europäischen Land. Während KONTIV/ MiD als bundesweite Stichtagserhebung in den Jahren 1976, 1982, 1992 und 2002 sowie 2008 durchgeführt wurde, erfasst die SrV den Verkehr in über 60 deutschen Städten in einem etwa fünfjährigen Rhythmus. Beide Erhebungsansätze messen den Nachfragezustand in einem bestimmten Zeitraum im Querschnitt, während das MOP als Längsschnitterhebung auch Veränderungen in der Verkehrsnachfrage identifiziert. Dennoch decken diese Erhebungen nur einen Teil der planerischen Informationsbedürfnisse ab, die sich aus den aktuellen und künftigen lokalen und regionalen Aufgaben der Infrastruktur- und Angebotsplanung ergeben. Hinsichtlich dieser Aspekte ist jedoch jede Region in Deutschland nahezu einzigartig und die regionale Nutzung und Fortschreibung von bundesweit gültigen Mobilitätskennwerten kann zu erheblichen Fehleinschätzungen führen.

Im nachfolgenden Beitrag soll anhand regionaler Ergebnisse die regionale Heterogenität von Mobilitätskennwerten aufgezeigt werden und der Nutzen ergänzender regionaler Panel-Erhebungen für Planungsprozesse aufgezeigt werden.

Die heterogene Entwicklung der Verkehrsnachfrage in Deutschland

Die letzten Dekaden waren von einer einzigartigen Nachfrageentwicklung im Straßenpersonenverkehr geprägt. Dieser Prozess wurde durch unterschiedliche Einflüsse bedingt, die sich überlagert und auch gegenseitig verstärkt haben. Einen wesentlichen Einfluss hatten die Wohlstandsentwicklung und die hierdurch mögliche private Motorisierungswelle. Diese Entwicklung wurde über Jahrzehnte durch die – bezogen auf die steigenden Einkommen – geringen Mobilitätskosten verstärkt. Die in Zusammenhang mit der Motorisierungswelle erfolgte Ertüchtigung der regionalen und überregionalen Verkehrsnetze hat zu Steigerungen der Geschwindigkeiten und der zurückgelegten Distanzen geführt (Zumkeller, Chlond, & Manz, Infrastructure Development under Stagnating Demand Conditions - a new paradigm?, 2004).

Darüber hinaus ist die Motorisierung der geburtenstarken Jahrgänge in den 1960er bis 1990er Jahren maßgeblich für das Wachstum verantwortlich. Über 30 Jahre hinweg erwarben starke Geburtenjahrgänge den Führerschein und zumeist einen eigenen Pkw, während ältere Bevölkerungskreise mit unterdurchschnittlicher Motorisierung und geringer Mobilität ausgeschieden sind. Die Wirkungen dieser Entwicklungen sind in Abbildung 1 dargestellt: Die Grafik zeigt die historische Entwicklung der Verkehrsleistung seit 1970. Während bei KONTIV bzw. MiD in einem 6-10-jährigen Turnus große Querschnitterhebungen in Deutschland

durchgeführt wurden, werden im Deutschen Mobilitätspanel seit 1994 jährlich ca. 1.000 Probanden-Haushalte befragt. Die dargestellte Trendlinie legt nahe, dass die Verkehrsleistung in Deutschland seit Mitte der 90er Jahre stagniert, auch weil inzwischen der Nachholbedarf an Mobilität in den neuen Bundesländern weitgehend befriedigt ist. Auch für die Zukunft sind kaum Vorzeichen für weiteres nachhaltiges Wachstum des Personenverkehrs in Sicht. Nur im Hinblick auf Personen im Rentenalter sind gewisse Wachstumspotentiale zu erwarten, da diese Personen in Zukunft aufgrund ihrer autoaffinen Mobilitätsbiografie und der längeren aktiven Lebensphase eine deutlich mobilere Lebensweise erwarten lassen als die älteren Menschen zuvor.

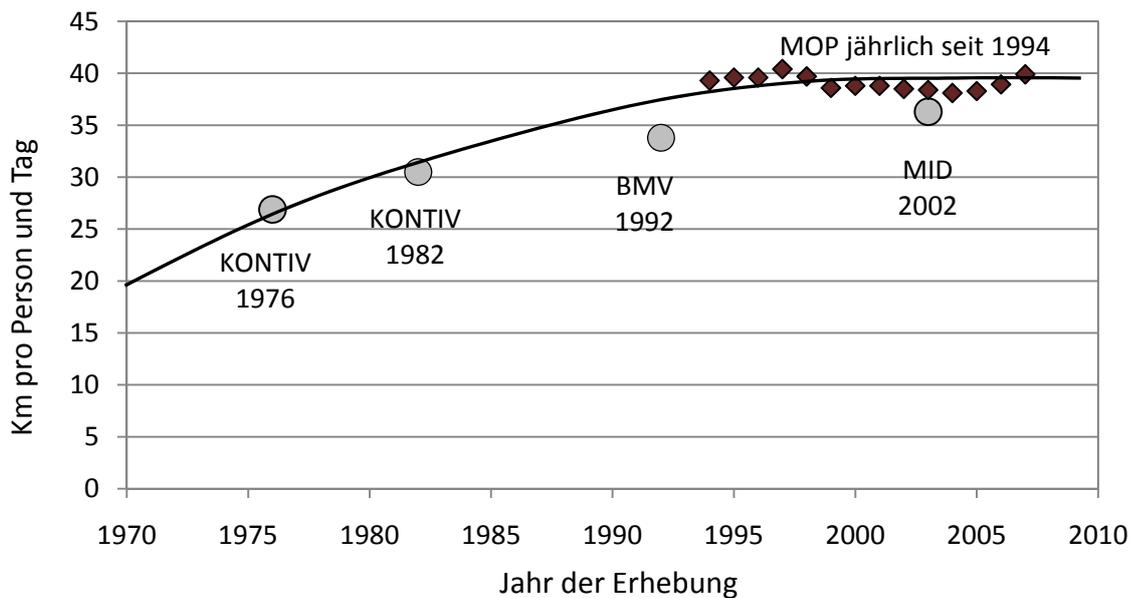


Abbildung 1: Verkehrsleistung in Deutschland seit 1970

Die mobilitätsdämpfenden Faktoren hingegen sind unübersehbar. Die Bevölkerungsentwicklung in Deutschland stagniert aktuell und die zu erwartende Alterung und die gleichzeitige Schrumpfung unserer Gesellschaft ist unumgänglich. Die aktuellen Prognosen (Bertelsmann, 2009; Destatis, 2006) gehen von einem Rückgang der Gesamtbevölkerung ab dem Jahr 2020 aus. Die Unsicherheiten in den Prognosen sind dabei weitgehend auf das Maß der Zuwanderung zurückzuführen. Die Wirkungen des demografischen Wandels auf die Nachfrage werden besonders deutlich, wenn man sich vor Augen hält, dass die Jahrgänge der 18-jährigen von Jahr zu Jahr kleiner werden, während das Gros der Bevölkerung, die Geburtsjahre der Wirtschaftswunderzeit, allmählich in ein gesetzteres Alter kommt.

Auf regionaler Ebene sind die Effekte von Alterung und Schrumpfung schon heute deutlicher greifbar. Die wirtschaftliche Lage in einigen Regionen führt zu einer selektiven Abwanderung von Menschen im Erwerbsalter. Aufgrund dieser Binnenwanderungen werden die skizzierten demografischen Effekte regional verstärkt. Einige Regionen, insbesondere im Westen und Süden Deutschlands, sind bisher in der Lage, mit einer positiven wirtschaftlichen Entwicklung auch im Hinblick auf die Bevölkerung weiter zu wachsen. Dies geschieht aber zulasten wirtschaftlich schwächerer Regionen vor allem in den östlichen Bundesländern und

in der Mitte Deutschlands. In diesen sogenannten Entleerungsräumen sind zum Teil schon heute unübersehbare Veränderungen beobachtbar, die sich weiter verstärken werden (vgl. Abbildung 2).

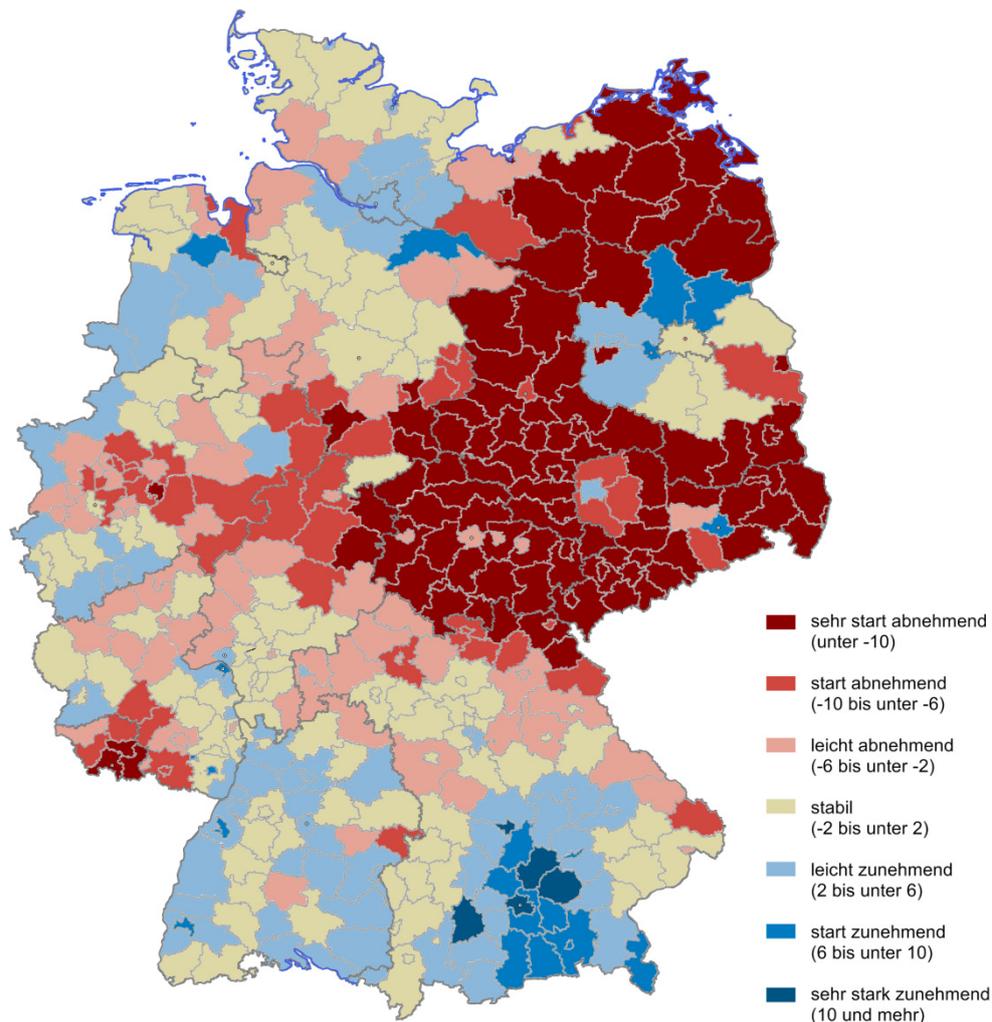


Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung 2006 bis 2025 Landkreise und kreisfreie Städte (%) (Bertelsmann, 2009)

Vor allem junge, gebildete Menschen verlassen diese Regionen mit zumeist schwieriger wirtschaftlicher Situation, um in den wirtschaftlich starken Zentren Arbeit zu finden. So hat zum Beispiel die Stadt Halle in den letzten zehn Jahren ein Drittel ihrer Bevölkerung verloren. Zurück bleiben ältere und weniger qualifizierte Menschen, was diese Regionen, in ihrer wirtschaftlichen Dynamik zusätzlich schwächt. Hier finden lokal heute schon Prozesse statt, die in wenigen Jahren auch in den meisten anderen Regionen wenn auch in schwächerem Ausmaß, einsetzen werden, wenn die innerdeutschen Quellen der Binnenwanderungen versiegen.

Die regionale Infrastruktur- und Verkehrsplanung steht daher schon heute je nach regionaler Situation vor ganz unterschiedlichen Problemen. In wirtschaftlich schwachen oder ländlich geprägten Regionen gilt es, angemessen auf die begonnenen Schrumpfungsprozesse zu reagieren. In den noch boomenden Regionen hingegen werden Strategien benötigt, um den dort

zu erwartenden Nachfragespitzen der nächsten Jahre sinnvoll zu begegnen, bevor auch hier langfristige Schrumpfungsprozesse einsetzen werden.

Die Heterogenität der derzeitigen Situation macht die Notwendigkeit regional differenzierter Zukunftsprojektionen deutlich, die insbesondere auf die zu erwartenden Entwicklungen Rücksicht nehmen. Hierzu ist es unumgänglich, das aktuelle Mobilitätsverhalten in den Regionen zu beobachten, aufzuzeigen und mittels geeigneter Prognosen die treibenden und hemmenden Entwicklungseinflüsse auf die Mobilität der Regionen zu quantifizieren. Dies kann nur dann gelingen, wenn geeignetes Datenmaterial aus der Region verfügbar ist, um darauf aufbauend eine nachhaltige Infrastrukturplanung zu ermöglichen.

Das Deutsche Mobilitätspanel als Referenzerhebung

Ein Konzept, das besonders gut in der Lage ist, Veränderungsprozesse aufzuzeigen und die laufenden Entwicklungen kontinuierlich zu beobachten, ist die sogenannte Panelerhebung. Das Deutsche Mobilitätspanel (MOP) wurde vor mehr als 15 Jahren eingeführt, im Jahr 1994 wurde die Feldarbeit zur ersten Erhebungswelle durchgeführt. Das Konzept des Mobilitätspanels war in zweierlei Hinsicht innovativ: Die Erhebungsmethode der Panelbefragung wurde mit einer jeweiligen Erhebung über eine Woche kombiniert. Ausschlaggebend für diesen Ansatz waren zwei wesentliche Überlegungen: Erstens, die Möglichkeit mit einer Befragung über eine Woche mehr über das Verhalten von Personen im Zeitverlauf zu erfahren, denn üblicherweise wird das Verhalten von Personen an einem einzelnen Stichtag erhoben, was kaum Rückschlüsse über die Variation des Verhaltens im Zeitverlauf zulässt. Der zweite wesentliche Aspekt ist, das Verhalten von Personen über mehrere Jahre hinweg zu beobachten. Durch die wiederholte Befragung derselben Personen in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren wurde die Möglichkeit eröffnet, auch die Veränderungen des Mobilitätsverhaltens über längere Zeiträume hinweg zu untersuchen.

Aus diesen Gründen wurde das Mobilitätspanel als wiederholte Längsschnittbefragung konzipiert. Jeweils im Herbst eines Jahres werden bei allen Mitgliedern der teilnehmenden Haushalte über eine ganze Woche alle durchgeführten Wege erhoben. Dabei wird die Befragung in drei aufeinanderfolgenden Jahren wiederholt, sodass über einen längeren Zeitraum hinweg die Veränderungsprozesse beobachtet und veranschaulicht werden können. Nach drei Jahren scheidet ein Haushalt aus dem Mobilitätspanel aus und wird durch einen neuen Haushalt ersetzt. Durch diesen rollierenden Stichprobenansatz folgt auch über längere Zeiträume die Altersstruktur der Stichprobe ihrer Grundgesamtheit.

Die Erhebungen zum Deutschen Mobilitätspanel werden jedes Jahr zwischen September und November durchgeführt. Jede Person über 10 Jahre berichtet über alle durchgeführten Wege und aushäusigen Aktivitäten. Dabei werden Wochentag und Datum, Anfangs- und Endzeit, Zweck, Verkehrsmittel sowie Dauer und geschätzte Entfernung der Fahrt dokumentiert.

Ein zentrales Ergebnis des Deutschen Mobilitätspanels sind die jährlich ausgewiesenen Mobilitätseckwerte zum Mobilitätsverhalten der Bundesbürger. Hierbei werden unter anderem

die Verkehrsbeteiligung, die durchschnittlichen Verkehrsleistungen in km/Person und Tag, die durchschnittliche Wegeanzahl pro Person, das Mobilitätszeitbudget und der Modal Split nach verschiedenen Zwecken ermittelt.

Die Stichprobe des Deutschen Mobilitätspanels wird mittels eines telefonischen Interviews angeworben. Die Gefahr für Verzerrung in der Stichprobe wird durch den Haushaltsansatz weitestgehend kompensiert, da jede teilnahmebereite Person alle weiteren Mitglieder des Haushaltes in die Stichprobe mitbringt und somit die soziodemografischen Strukturen erfasst werden. Dies ist gegenüber Stichproben, bei denen jeweils nur eine Zielperson befragt wird, ein entscheidender Vorteil (Zumkeller, Chlond, Kuhnimhof, & Manz, 2003).

In Abbildung 3 ist der Stichprobenplan des Deutschen Mobilitätspanels mit seinem rollierenden Ansatz dargestellt. In der Abbildung sind sowohl die Möglichkeiten zur Auswertung im Querschnitt als auch im Längsschnitt gezeigt. Bei den Erhebungen im Längsschnitt können durch die Teilnahme der identischen Probanden über maximal drei Jahre Veränderungen im Zeitverlauf analysiert werden.

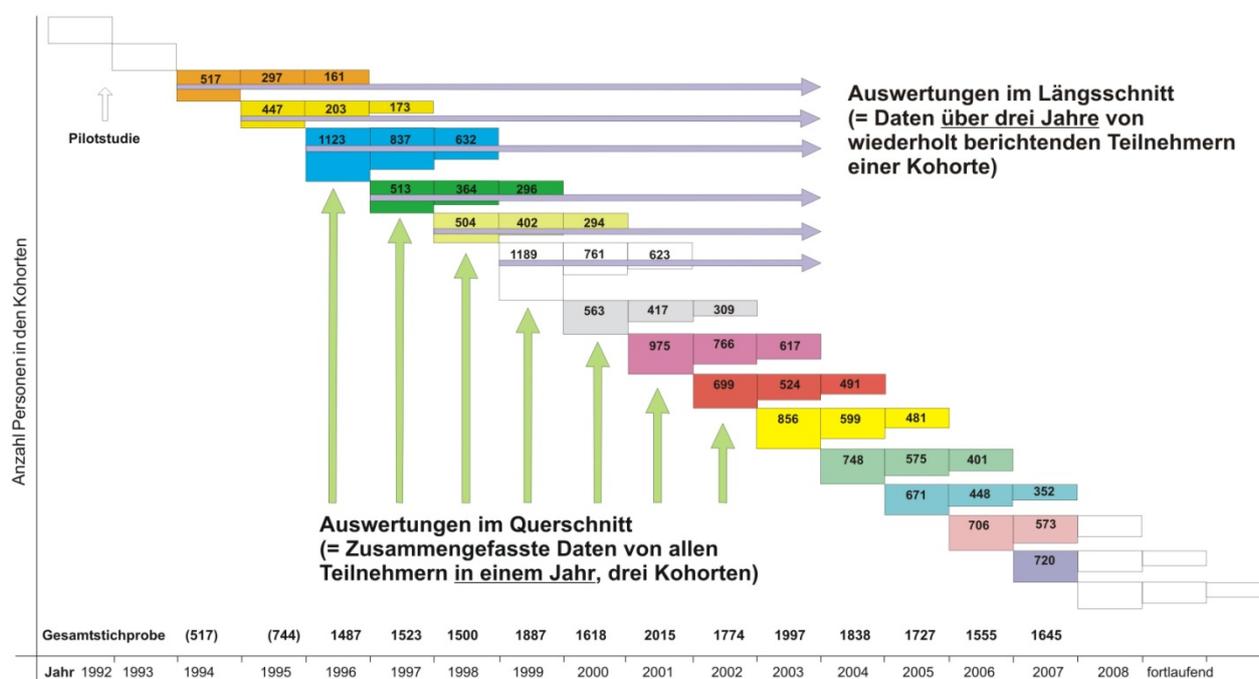


Abbildung 3: Stichprobenplan im Deutschen Mobilitätspanel (Chlond, Kagerbauer, Ottmann, & Zumkeller, 2009)

Die Stichprobengröße mit ca. 1.000 Haushalten pro Jahr ist so ausgelegt, dass valide Kenngrößen für das Bundesgebiet ausweisbar sind. Unmittelbare jährliche Analysen für Teilgebiete oder Regionen sind aufgrund der begrenzten Stichprobe nur sehr eingeschränkt möglich.

Da das Deutsche Mobilitätspanel seit nun mehr 15 Jahren jährlich Mobilitätsdaten erhebt, können unter Zusammenfassung mehrerer Jahre in einer Analyse auch räumlich differenzierte Auswertungen durchgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Analysen sind als Mittelwerte über mehrere Jahre zu interpretieren.

So lassen sich Auswertungen auch nach verschiedenen Raumklassifizierungen durchführen, beispielsweise nach den siedlungsstrukturellen Gebietstypen der Bundesanstalt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Die Differenzierung nach Kreistypen bietet sich für eine Darstellung der Varianz der Mobilitätsseckwerte in Abhängigkeit von den regionalen Raumstrukturen an. Dabei wird unterschieden in

- Agglomerationsräume (4 Klassen),
- Verstädterte Räume (3 Klassen) und
- Ländliche Räume (2 Klassen).

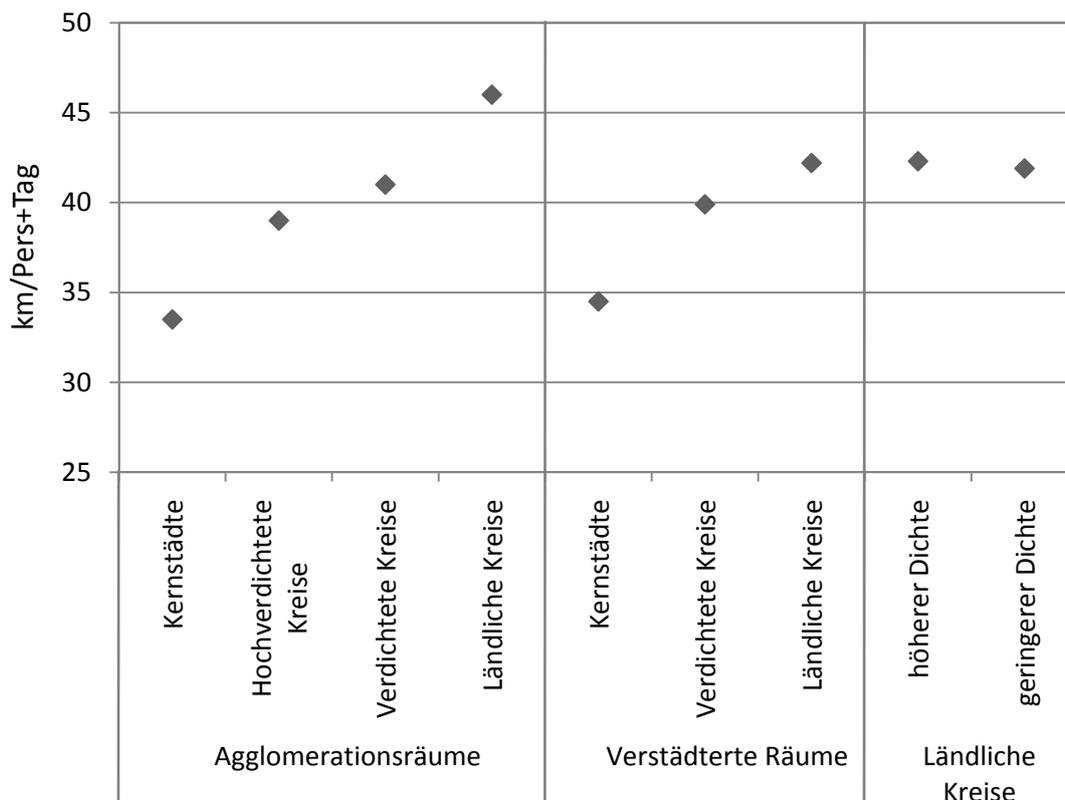


Abbildung 4: Verkehrsleistung in verschiedenen Raumtypen (hier: BBR siedlungsstrukturelle Kreistypen)

Die Auswertung der Verkehrsleistung nach BBR-Typisierung bestätigt, dass statistisch signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen Raumtypisierungen hinsichtlich der Mobilitätskennziffern bestehen. Je zentraler ein Ort bzw. in diesem Fall ein Kreis ist, desto geringer ist die Verkehrsleistung pro Person und Tag. Zwischen dem Wert für Kernstädte in Agglomerationsräumen und ländlichen Kreisen variiert die Verkehrsleistung pro Person und Tag um mehr als 10 km.

Auch bei der Betrachtung des Modal Splits in der Raumtypisierung nach BBR zeigen sich Unterschiede (vgl. Abbildung 5). Dabei ist der MIV-Anteil in den Kernstädten (BBR-Kreistypen 1 und 5) deutlich niedriger als bei den übrigen Raumtypen. Der Anteil des Fußgängerverkehrs und des Öffentlichen Verkehrs (ÖV) ist umgekehrt in diesen Raumtypen

auch am höchsten. Die Mittelwerte der übrigen BBR-Kreistypen unterscheiden sich im Hinblick auf den Modal-Split nur wenig, der Anteil des ÖV fällt um so geringer aus, je ländlicher das Gebiet ist.

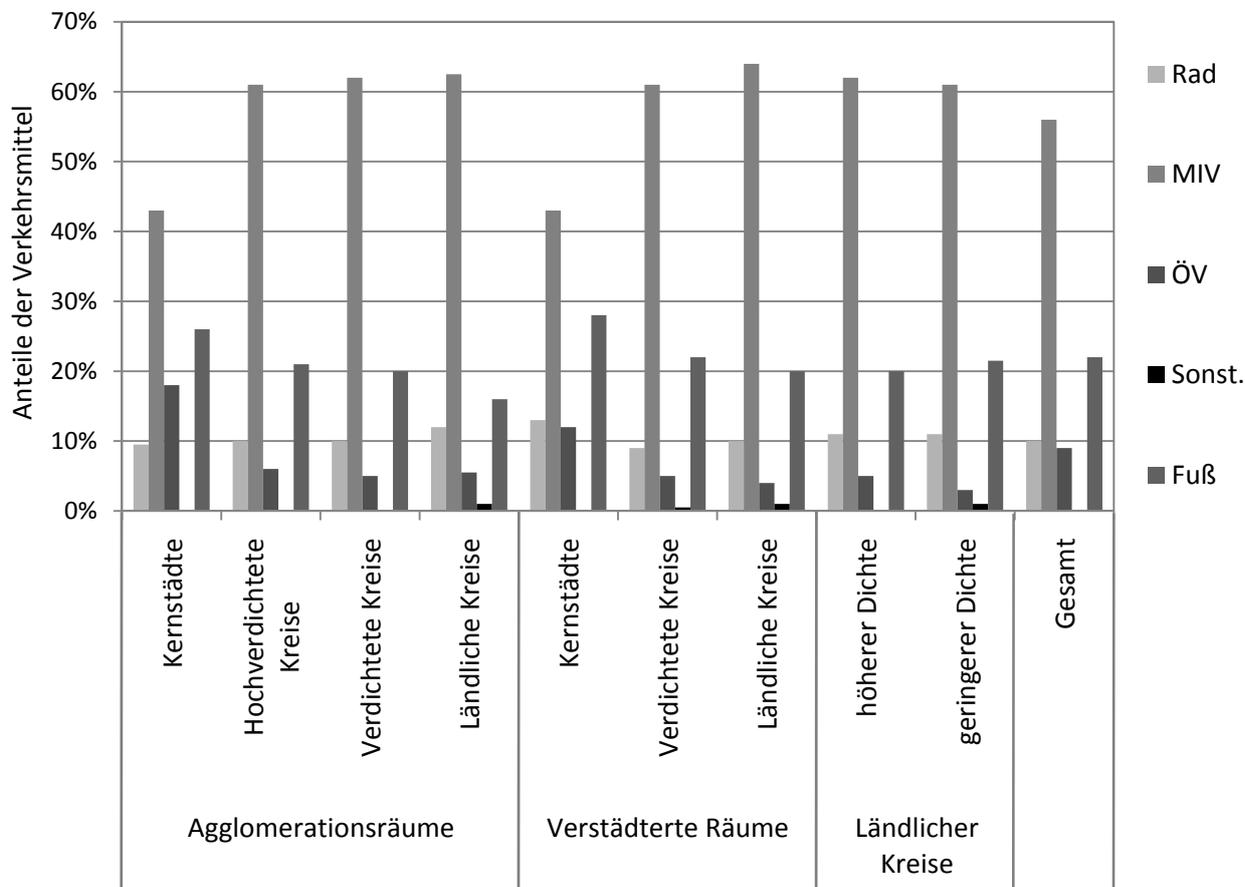


Abbildung 5: Modal Split in verschiedenen Raumtypen (hier: BBR siedlungsstrukturelle Kreistypen)

Es zeigen sich aber nicht nur gravierende Unterschiede zwischen den einzelnen Raumtypen, sondern auch beträchtliche Unterschiede innerhalb der einzelnen Raumtypisierungen. Beispielhaft wird dies in Abbildung 6 für die elf einwohnerstärksten Städte in Deutschland dargestellt. Die Spannweite der durchschnittlichen Wegelängen reicht von knapp 12 km pro Weg in Frankfurt und München bis unter 8 km pro Weg in Dortmund. Dies weist neben der raumtypspezifischen Heterogenität der Mobilität auch auf eine regional- bzw. stadtspezifische Heterogenität hin.

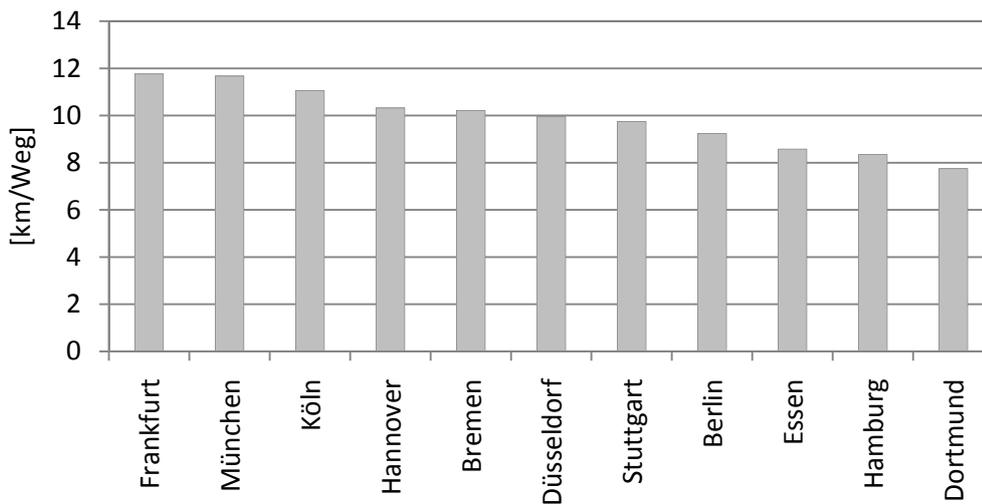


Abbildung 6: Durchschnittliche Weglänge in den elf einwohnerstärksten Städten der Bundesrepublik Deutschland

Diese Ergebnisse machen deutlich, wie heterogen die Mobilitätskenngrößen in verschiedenen Räumen in Deutschland sind. Über die erwarteten Schwankungen zwischen städtischen und ländlichen Räumen hinaus zeigen sich auch zwischen strukturell ähnlichen Großstädten in hoch aggregierten Kenngrößen signifikante Unterschiede.

Berücksichtigt man zusätzlich die zu erwartenden regional unterschiedlich verlaufenden Entwicklungen in der Zukunft, erscheint es besonders geboten, die Planung der regionalen Infrastruktur und des lokalen Mobilitätsangebotes auf einer validen, regionalspezifischen Datengrundlage zu gründen.

Diese Überlegungen haben in zwei Regionen bereits zur Umsetzung regionaler Panelerhebungen geführt. Denn auch mit relativ kleinen Stichproben lässt sich aufgrund der regelmäßigen Erhebungen über die Zeit ein umfangreiches und detailliertes Bild der Verkehrsnachfrage erstellen. Durch jährliche Ausweisung aktueller Kenngrößen können darüber hinaus zeitnah Veränderungen erkannt werden und in entsprechende politische und planerische Reaktionen münden. Das Konzept der regionalen Panelerhebungen wird im Folgenden vorgestellt.

Regionale Panelerhebung als Planungsinstrument

Die Verantwortlichen in der Region Frankfurt RheinMain haben den Nutzen verbesserter Mobilitätsdaten für die regionalen Planungsaufgaben als Erste erkannt und sich 2006 entschlossen, mit einem Regionalpanel ein aktuelles und umfassendes Bild der Mobilitätsbedürfnisse in der Region zu gewinnen. Die Daten der Regionalen Panelerhebung werden von verschiedenen regionalen Institutionen mit regionalen Planungsaufgaben, unter anderem dem Verkehrsverbund, genutzt.

Hierbei stand am Anfang die Frage, wie die Erhebungsmethoden des Deutschen Mobilitätspanels in eine regionale Erhebung überführt werden können, dass einerseits für ein Bench-

marking der Regionen eine uneingeschränkte Vergleichbarkeit der Ergebnisse ermöglicht wird und auf der anderen Seite zusätzliche, über das bundesweite Mobilitätspanel hinausgehende Anforderungen erfüllt werden können. Dies betraf insbesondere den Wunsch nach einer geocodierten Erfassung der Wege für weitergehende Aufgaben der Verkehrsplanung und -modellierung. Vor allem in den ersten Jahren einer regionalen Panelerhebung ist die Stichprobe meist noch nicht so groß, dass statistisch abgesicherte Ergebnisse ausgewertet werden können. So existieren verschiedene Möglichkeiten, aus dem Datenpool des Deutschen Mobilitätspanels vergleichbare Daten zu der Untersuchungsregion zuzuspielen, um die Datenbasis zu vergrößern (Zumkeller, Chlond, & Kagerbauer, Regionalpanels Against the Background of the German Mobility Panel - an Integrated Approach, 2008).

Nach einer Methodenstudie wurde im Jahr 2006 das modifizierte Konzept, das sich weitgehend am MOP orientiert und mit anderen Erhebungen z. B. Mobilität in Deutschland (MiD), kompatibel ist, in einer Pilotstudie getestet und ist seit 2007 mit einer jährlichen Befragung im Herbst im Feld. Um zusätzlich die Erfassung der Wegequellen und -ziele im schriftlichen Wegetagebuch zu ermöglichen, wurde eine Erfassung auf Ebene der Stadtteile umgesetzt. Diese Auflösung ist in den zentralen Orten zwar weniger scharf als die für Planungsaufgaben zugrundeliegende Verkehrszelleneinteilung, die Erfahrungen zeigen aber, dass mit diesem Ansatz umfassend mit sehr guter Qualität berichtet wird. Dies ist auf eine leichte Verständlichkeit und eine hohe Akzeptanz im Hinblick auf den Datenschutz im Vergleich zu einer adressscharfen Erfassung der Wegeziele bei den Befragten zurückzuführen.

In der Region Frankfurt RheinMain wird jährlich eine Kohorte mit 500 Haushalten angeworben, die in drei Jahren jeweils über eine Woche über ihr Mobilitätsverhalten berichtet. Die jährliche Stichprobe beträgt unter Berücksichtigung von Teilnehmerausfällen in den Wiederholerjahren somit ca. 1.000 Haushalte pro Jahr. Durch die Befragung über eine vollständige Woche sind mit dem Regionalpanel auch umfangreiche Aussagen über die Verkehrsnachfrage an den Wochenenden möglich, was insbesondere für die Planung des öffentlichen Verkehrs interessante Analysen ermöglicht.

In der Metropolregion Rhein-Neckar wurde im Jahr 2007 ein Projekt angestoßen, das die Darstellung der zu erwartenden langfristigen Mobilitätsentwicklungen bis zum Jahr 2030 zum Ziel hat. Im Rahmen dieses Projektes wurde ein großer Bedarf an aktuellen und räumlich differenzierten Mobilitätskenngrößen deutlich, um die gegenwärtige Situation in der Region angemessen erfassen zu können. Aufgrund des fortwährenden Bedarfs an aktuellen Nachfragekenngrößen und Planungsdaten hat sich die Region später entschlossen, die zunächst einmalig geplante Erhebung mit weiteren Befragungen in den kommenden Jahren fortzuführen.

Die Daten werden für regionale Planungsaufgaben genutzt, die aktuellen Kenngrößen und Eckwerte zur Mobilitätsnachfrage dienen insbesondere als Grundlage politischer Entscheidungen. Die Stichprobe des ersten Jahres betrug 250 Haushalte, diese sollen über jeweils vier Jahre befragt werden. Da alle zwei Jahre eine neue Kohorte angeworben wird, beträgt die jährliche Stichprobe knapp 500 Haushalte bzw. etwa 1.100 Personen pro Jahr.

Ergebnisse der Regionalen Panelerhebung

Für die Metropolregionen Frankfurt RheinMain und Rhein-Neckar liegen seit letztem Jahr Ergebnisse aus den regionalen Panelerhebungen vor. Die Regionen sind geografisch benachbart und hinsichtlich ihrer regionalen Struktur ähnlich. Beide Regionen umfassen hochverdichtete Agglomerationsräume, sind polyzentrisch strukturiert, wirtschaftlich stark und die Verkehrsinfrastruktur weist ein ähnlich hohes Niveau auf. Im Befragungsgebiet in der Region Frankfurt RheinMain leben 3,4 Mio. Einwohner gegenüber 2,3 Mio. Einwohnern in der Region Rhein-Neckar. In beiden Regionen stagnieren die Einwohnerzahlen bzw. steigen kaum noch, die Wirkungen des demografischen Wandels sind bisher noch kaum zu spüren. Auch wirtschaftlich und strukturell sind beide Regionen gut aufgestellt, sodass sich die Situation insgesamt sehr viel günstiger darstellt als in anderen Teilen Deutschlands.

Vor diesem Hintergrund wurden die Ergebnisse der jährlich in Deutschland durchgeführten Erhebungen des Deutschen Mobilitätspanels (MOP) mit denen der regionalen Panelerhebungen in den Regionen Rhein-Neckar (MRN) und Frankfurt RheinMain (RM) verglichen. Auch wenn aufgrund der z. T. kleineren Fallzahlen für die Regionen nicht alle dargestellten Unterschiede als statistisch signifikant einzustufen sind, ergibt sich dennoch eine aktuelle Lagebeschreibung.

In Abbildung 7 sind Verkehrsbeteiligung, Wegeanzahl, Weglänge, Entfernung und Reisezeit pro Person und Tag für das MOP sowie die regionalen Panelerhebungen RM und MRN dargestellt. Die Verkehrsbeteiligung liegt in den beiden Regionen etwas über dem bundesweiten Messwert des MOP. Bei der Wegeanzahl pro Person liegen die Mittelwerte beim MOP und beim RM-Panel etwa bei 3,3 bzw. 3,4 Wegen pro Person und Tag, während sie in MRN mit 3,6 Wegen etwas höher liegen.

Hinsichtlich der durchschnittlichen Weglänge fällt die Region Rhein-Neckar auf, da hier die Wege mit 10,8 Kilometer um mehr als 1,2 Kilometer kürzer sind als die übrigen Messwerte. Hierdurch ergibt sich auch eine kürzere Fahrleistung pro Person und Tag für die Region Rhein-Neckar, mit 39 km/Person und Tag liegt dieser Messwert etwa einen bzw. zwei Kilometer unter den anderen Messwerten.

Die Zeit, die jede Person pro Tag im Verkehrssystem im Mittel verbringt, liegt in der Region Frankfurt RheinMain mit 83 Minuten etwas über dem Bundesdurchschnitt (80 Minuten), für die Region Rhein-Neckar liegt dieser Wert mit 84 Minuten noch höher. In beiden Regionen liegen aufgrund der größeren Distanzen auch die erzielten Reisegeschwindigkeiten (RM 29 km/h und MRN 28 km/h) etwas unter dem Bundesdurchschnitt (30 km/h). Dies ist zumindest für die Region Frankfurt RheinMain auf den überdurchschnittlich hohen Anteil des ÖV in den hochverdichteten Agglomerationsräumen zurückzuführen, der im Mittel geringere Reisegeschwindigkeiten aufweist als der motorisierte Individualverkehr. Auf die Situation der Region Rhein-Neckar wird weiter unten eingegangen.

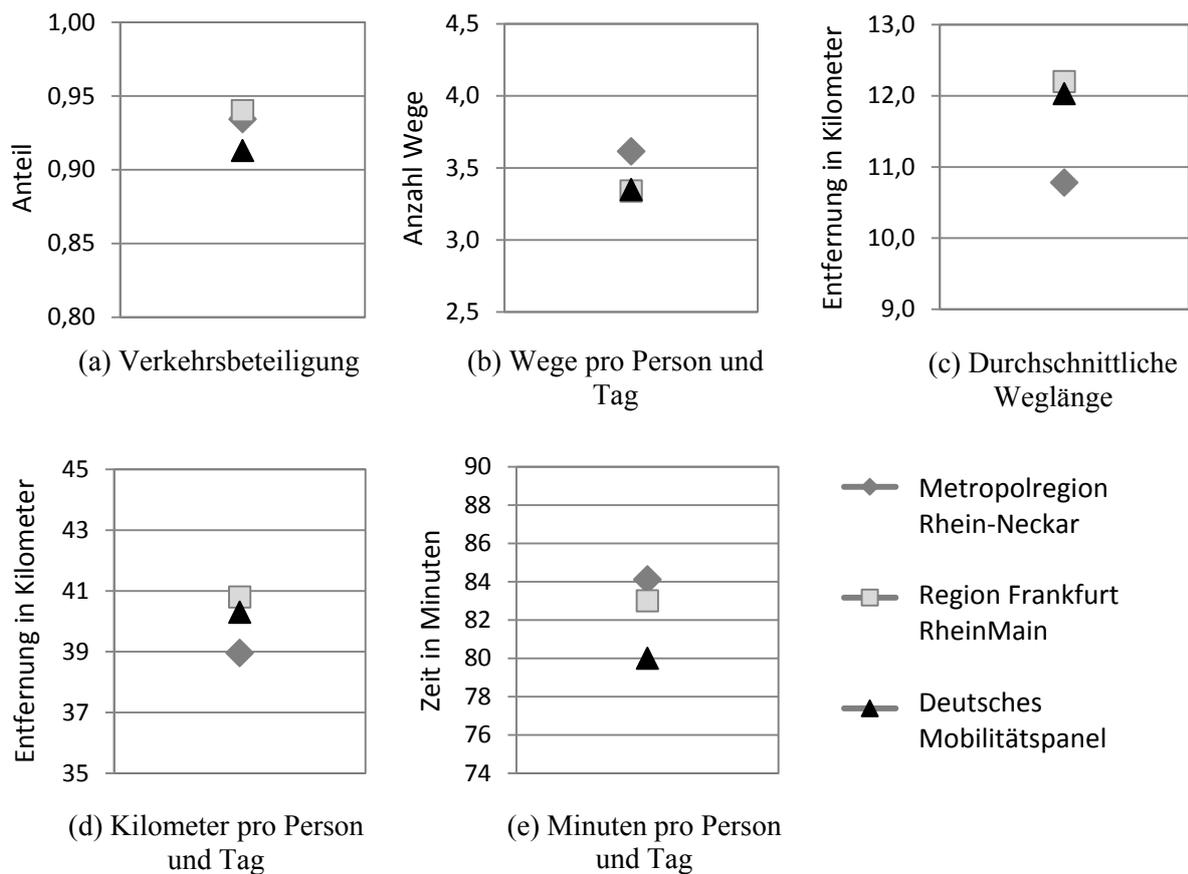


Abbildung 7: Kenngrößen der Panelerhebungen 2007 in Deutschland

Beim Vergleich der Modal-Split Verteilungen (Abbildung 8) sind zwei Befunde auffällig: Während der höchste Messwert für die MIV-Nutzung (58% Anteil) in der Region Rhein-Neckar gemessen wurde, bei gleichzeitig schwachem Anteil des ÖV (10% Anteil), verhält es sich in der benachbarten Region Frankfurt RheinMain genau anders: Hier erreicht der ÖV mit einem Anteil von 14% einen Spitzenwert, während der MIV mit einem Anteil von 55% unterdurchschnittlich genutzt wird.

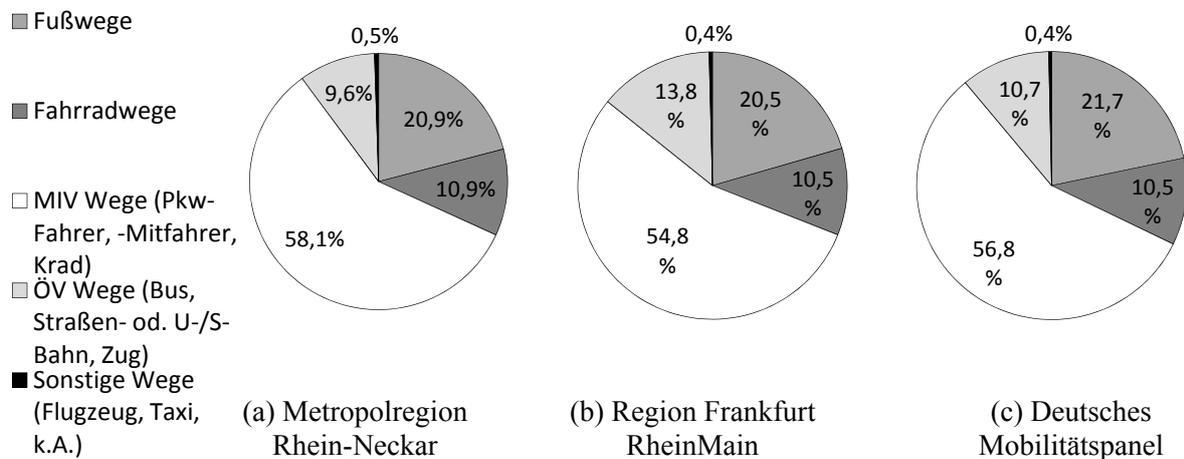


Abbildung 8: Modal Split der Panelerhebungen 2007 in Deutschland

Diese abweichenden Verkehrsmittelnutzungsstrukturen sind auf die besondere Struktur der Metropolregion Frankfurt RheinMain zurückzuführen (vgl. Tabelle 1). Bundesweit leben etwa 14% der Einwohner in Großstädten mit mehr als 500.000 Einwohnern, 16% in Städten mit 100.000 bis 500.000 Einwohnern und 53% der Einwohner in Gemeinden mit 5.000 bis 100.000 Einwohnern. Die restlichen 17% leben in Gemeinden mit weniger als 5.000 Einwohnern. Untersucht man nun die Struktur der Metropolregion Rhein-Neckar, so wohnen ca. 26% der Einwohner in Städten mit 100.000 bis 500.000 Einwohnern (größere Städte existieren in der Region nicht), ca. 59% der Einwohner der Region leben in Gemeinden mit 5.000 bis 100.000 Einwohnern und 15% in Gemeinden mit weniger als 5.000 Einwohnern. Hinsichtlich der Gemeindestruktur ist die Metropolregion Rhein-Neckar mit einem überdurchschnittlichen Anteil an Klein- und Mittelstädten geprägt. Dahingegen wohnen in der Region Frankfurt RheinMain mit 19% überdurchschnittlich viele Menschen in Großstädten, während nur ein Prozent in Orten mit weniger als 5.000 Einwohner leben.

Einwohner	Bundesrepublik Deutschland	Metropolregion Rhein-Neckar	Region Frankfurt RheinMain
500.000 und mehr	14%	0%	19%
100.000 bis 500.000	16%	26%	21%
5.000-100.000	53%	59%	59%
unter 5.000	17%	15%	1%
Summe	100%	100%	100%

Tabelle 1: Strukturen der Regionen im Vergleich

Die ÖV-Nutzung korreliert prinzipiell mit der Einwohnerzahl einer Gemeinde. Betrachtet man die Jahre 2003-2006 der MOP-Daten, so liegt der ÖV-Anteil bei Städten mit mehr als 500.000 Einwohnern durchschnittlich bei ca. 23%, bei Städten mit 100.000 bis 500.000 Einwohnern bei rund 12%, bei einer Einwohnergröße von 50.000 bis 100.000 Einwohnern bei ca. 7% und in Gemeinden mit weniger als 2.000 Einwohnern bei 6%. Der MIV-Anteil verhält sich hierzu entgegengesetzt. Somit ist die für einen Agglomerationsraum als unterdurchschnittlich einzustufende ÖV-Nutzung in der Region Rhein-Neckar auf die besondere Siedlungsstruktur zurückzuführen. Es gilt sogar festzuhalten, dass der ÖV-Anteil mit knapp 10% in Anbetracht der strukturellen Bedingungen in der Region Rhein-Neckar verhältnismäßig hoch liegt, rechnerisch ergäbe sich unter Verwendung der oberen Mittelwerte ein ÖV-Anteil von etwa 8% für die Region.

Bei der Wegezweckverteilung (Abbildung 9) ist zu bemerken, dass in den beiden Regionen im Vergleich zum bundesdeutschen Durchschnitt mehr Arbeitswege stattfinden. Dies ist auf eine unterdurchschnittliche Arbeitslosenquote und eine überdurchschnittliche Beschäftigtenquote zurückzuführen. Hingegen sind die Freizeitwege in den Regionen etwas niedriger als im Bundesdurchschnitt. Hier sind Kompensationen zwischen Freizeit- und Besorgungswegen zu vermuten, hinsichtlich dieser beiden Zwecke ist bei den Probanden eine gewisse Unschärfe bei der Wegeprotokollierung festzustellen.

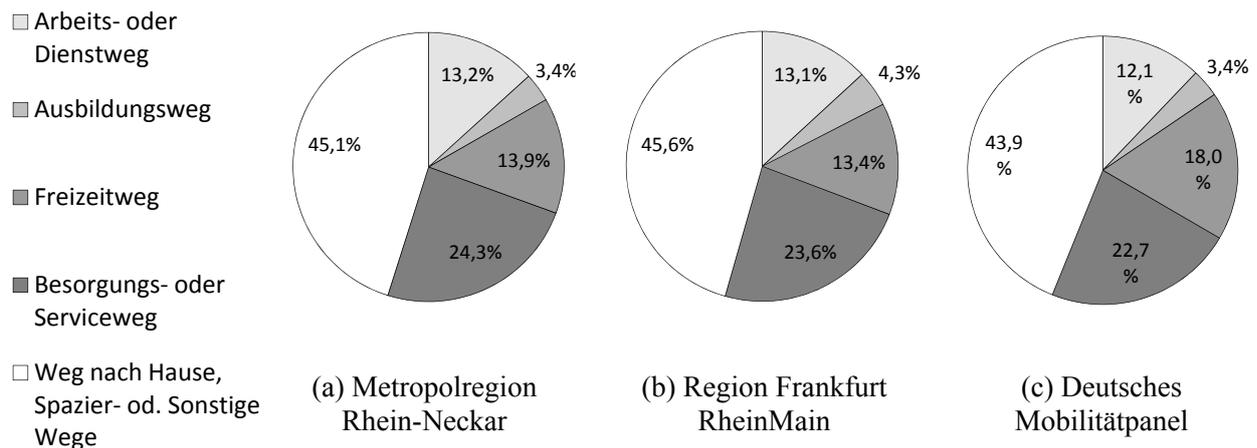


Abbildung 9: Wegeszweckverteilung der Panelerhebungen 2007 in Deutschland

Über die Mobilitätseckwerte hinaus bietet der Längsschnittansatz eine Vielzahl weiterer Einblicke in die Nachfragestrukturen. Für die Planung des ÖV-Angebots und der Tarifstrukturen bietet eine Analyse der Kundensegmente einen Ansatzpunkt, um neue Kundenpotenziale zu aktivieren.

Der über sieben Tage dauernde Berichtszeitraum ermöglicht Aussagen zur Nutzung der Verkehrsmittel über den Zeitverlauf. In Abbildung 10 wurden alle Befragten hinsichtlich ihrer Nutzung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) und des Öffentlichen Verkehrs (ÖV) über den Verlauf einer Woche untersucht. Dabei lassen sich alle Probanden in die folgenden vier Gruppen einteilen:

- Gruppe 1: Personen, die weder den ÖV noch den MIV genutzt haben,
- Gruppe 2: Personen, die nur den MIV aber nicht den ÖV genutzt haben,
- Gruppe 3: Personen, die nicht den MIV aber den ÖV genutzt haben und
- Gruppe 4: Personen, die sowohl den MIV als auch den ÖV genutzt haben.

Die letztgenannte Gruppe kann als multimodal agierender Kundenkreis interpretiert werden, der Zugang zu beiden Verkehrssystemen hat und diese je nach den Bedürfnissen einsetzt. Die beiden Gruppen der Verkehrsmittelgebundenen besitzen möglicherweise auch Erfahrungen mit dem jeweils anderen Verkehrsmittel, nutzen diese aber selten oder gar nicht. Die erstgenannte Gruppe bewegt sich zu Fuß und mit dem Rad und ist weniger aktiv. Eine genauere Analyse der Daten zeigt, dass viele ältere Menschen, die ihren täglichen Bedarf im Wohnumfeld decken können, zu dieser Gruppe gehören.

Die Ergebnisse zeigen, dass in allen drei Untersuchungseinheiten etwa 90% der Bevölkerung den MIV im Verlauf einer Woche nutzen, während etwa 10% der Bevölkerung sich ÖV-gebunden verhalten oder ausschließlich nichtmotorisierte Verkehrsmittel nutzen.

Deutliche Unterschiede bestehen aber hinsichtlich der Bevölkerungsgruppe, die ÖV-affine Verhaltensweisen an den Tag legen. Während in der Region Rhein-Neckar knapp 30% der Bevölkerung den öffentlichen Verkehr nutzen, sind dies bundesweit etwa mehr als ein Drittel und in der Region Frankfurt RheinMain sogar fast 45% der Bevölkerung. Insbesondere die

Gruppe der multimodal agierenden Personen, die beide Verkehrsmittel je nach Bedarf einsetzen, ist mit 36% in der Region Frankfurt RheinMain besonders groß.

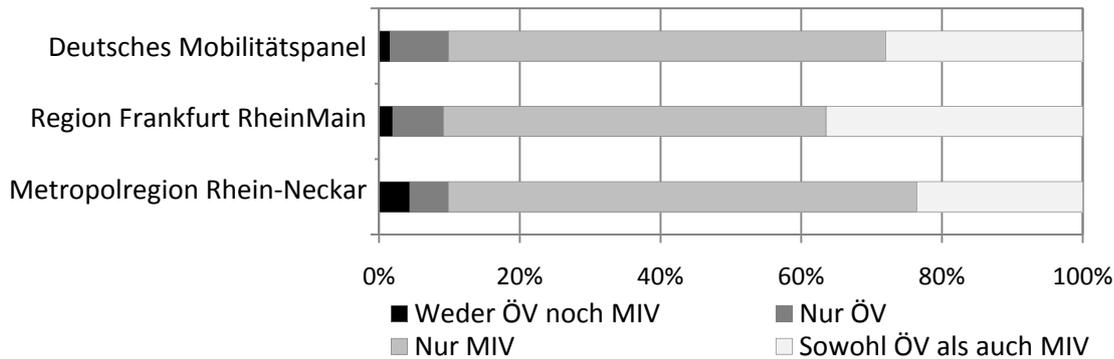


Abbildung 10: Verkehrsmittelnutzerguppen in den Panelerhebungen 2007 in Deutschland

Berücksichtigt man diese Personengruppen bei einem Blick in die Zukunft, so ist zu erwarten, dass sich das Verhältnis dieser Gruppen in den kommenden Dekaden sukzessiv verschieben wird und sich insbesondere die Zusammensetzung dieser Segmente verändern wird. Auf der einen Seite wird der Anteil der Pkw-affinen Rentner steigen, da die heutigen „jungen Alten“ größtenteils eine autogepägte Mobilitätsbiografie aufweisen. Dieses Verhalten werden diese Personen so lange wie möglich auch im aktiven Teil des Alters aufrecht erhalten wollen, was zu einem Rückgang der Captive-Rider im ÖV führt. Auf der anderen Seite ist in der heutigen mittleren Generation die Offenheit gegenüber dem ÖV deutlich ausgeprägt. Der in den letzten 20 Jahren stattgefundene Qualitätssprung des ÖV hat dazu geführt, dass sich der ÖV im urbanen Kontext zu einer attraktiven Alternative zur Nutzung des eigenen Pkw entwickelt – auch wenn der eigene Wagen vorhanden ist. Dieser Kundenkreis des ÖV wird sich in Zukunft deutlich vergrößern und neue Nachfragepotenziale bieten. Wie sich beide Effekte für die Betreiber des öffentlichen Verkehrs saldieren, hängt neben dem regionalen Angebot maßgeblich auch von der Dynamik der gesellschaftlichen Überalterung und den wirtschaftlichen Perspektiven der Region ab. Wie geeignete Strategien für die Zukunft aussehen müssen, lässt sich aber nur auf Basis valider und aussagekräftiger Daten zur Gegenwart und geeigneter Ansätze zur Fortschreibung der Entwicklungen ableiten.

Ausblick

In Kapitel „Die heterogene Entwicklung der Verkehrsnachfrage in Deutschland“ wurde gezeigt, dass die Regionen heute schon unterschiedliche Ausgangssituationen aufweisen und es wurde erläutert, dass die kommenden gesellschaftlichen Veränderungsprozesse die Regionen in unterschiedlichem Maße treffen werden. In den Stagnationsräumen, die z. T. bedeutende Bevölkerungsverluste und eine deutliche Alterung der Gesellschaft verkraften müssen, werden von den Planern der Infrastruktur und des Verkehrsangebotes neue Strategien gefordert, um trotz der negativen Bevölkerungsentwicklung eine attraktive Lebensqualität zu schaffen. Auf diesem Gebiet gibt es heute gewisse Erfahrungen aus Regionen mit Strukturwandel, wie z. B.

dem Ruhrgebiet. Die zu erwartenden Veränderungsprozesse werden aber gesellschaftlich und ökonomisch viel tiefgreifender wirken als die bisher vollzogenen wirtschaftlichen Umbrüche.

Auf der anderen Seite werden einige Regionen aufgrund des Zugewinns an Bevölkerung aus anderen Regionen als Wachstumsinseln in den nächsten Jahren ihre Bevölkerung und Wirtschaftsdynamik erhalten und sich den damit verbundenen Nachfragespitzen stellen müssen. In dieser Zeit wird es darauf ankommen, nachhaltige Planungen umzusetzen, die auch nach dieser kurzen Wachstumsphase einen umfassenden volkswirtschaftlichen Nutzen bieten können. Nachdem diese Spitze überstanden ist, müssen sich auch diese Regionen den demografischen Effekten stellen.

Es zeigen sich ernst zu nehmende Anzeichen dafür, dass in Zukunft die Wachstums- und Schrumpfungsprozesse zu einer stärkeren räumlichen und gesellschaftlichen Heterogenität führen werden. Neben den demografischen Prozessen und einer zunehmenden Differenzierung der Gesellschaft werden auch absehbare Kostensteigerungen für Mobilität diese Disparitäten verstärken.

Für den Planer ergeben sich insbesondere für die langfristige Infrastrukturplanung erhebliche Konsequenzen, da die genannten Prozesse zu veränderten Nachfragestrukturen führen. Daneben wird die Prognostizierbarkeit der künftigen Verkehrssituation mit den bislang üblicherweise vorhandenen Daten und Methoden beschränkt.

Ein wichtiger Schritt zum Verständnis der sich abzeichnenden Entwicklungen stellen regionale, qualitativ hochwertige Mobilitätsdaten dar, die einen weitergehenden Einblick in die Zusammenhänge und Prozesse aus Gesellschaft, Wirtschaft und Mobilität erlauben. Mit dem Ansatz der längsschnittorientierten Panelerhebungen liegt ein Instrument vor, das seit 15 Jahren seine Wirksamkeit als bundesweiter Indikator der Nachfrage belegen konnte und das in einzelnen Regionen schon heute als Basis für Prognose und Planungszwecke eingesetzt wird.

Insbesondere die regelmäßige Erfassung der Veränderungsprozesse über den Zeitverlauf macht dieses Instrument besonders geeignet, um auf die Wirkungen der gesellschaftlichen Veränderungen angemessen reagieren zu können.

Um der Vielschichtigkeit der künftigen Trends und Entwicklungen gerecht zu werden, ist eine solche verbesserte Datengrundlage notwendig, die auch unter stark veränderten Rahmenbedingungen eine Einschätzung zukünftiger Entwicklungen erlaubt. Durch die sich abzeichnenden demografischen und regionalen Strukturbrüche wird es darüber hinaus zunehmend wichtig, Informationen über die Dynamik derartiger Prozesse verfügbar zu machen, um mittel- und langfristige Strategien zeitnah anpassen zu können. Da diese Prozesse zuerst schleichend zu Strukturveränderungen führen, ist ein frühzeitiger Beginn einer konsequenten Beobachtung geboten. Ein regionales Monitoring soll in regelmäßigen Abständen Informationen zum Mobilitätsverhalten in der Region liefern. Eine jährlich wiederholte Befragung der Probanden über drei Jahre ist als Instrument erprobt und hat sich hierbei als besonders geeignet erwiesen. Durch eine Befragung über eine Woche können sowohl Aussagen zu den Werktagen als auch zu Wochenendtagen getroffen werden. Darüber hinaus erlaubt ein derar-

tiger intrapersoneller Ansatz z. B. Aussagen über wechselnde Nutzer von Verkehrsmitteln sowie detaillierte Aussagen zum Mobilitätsverhalten von Individuen. Daher bietet eine längsschnittorientierte Panelbefragung für ein regionales Monitoring deutliche Vorzüge.

Mit einem Regionalpanel können vielfältige Fragen beantwortet werden, die hier nicht vollständig aufgezählt werden können. Zum einen können Veränderungen in der Ausstattung mit Verkehrsmitteln (Führerschein, Pkw, ÖV-Zeitkarten, Fahrrad) analysiert werden. Dabei sind auch bevölkerungsgruppenspezifische Analysen (Frauen, Senioren, Schüler) möglich. Zum anderen können veränderte Nachfrageprofile z. B. infolge von veränderten Ladenöffnungszeiten oder flexibler Arbeitszeiten ebenso erkannt werden, wie eine veränderte Nutzung der Verkehrsmittel (multimodale Personen versus monomodale Personen).

Die Installierung von Regionalpanels in den Regionen hat darüber hinaus weitere Vorteile hinsichtlich der Anpassung von Verkehrsmodellen: Für Verkehrsnachfragemodelle ist die zugrunde liegende empirische Basis von entscheidender Bedeutung. Die bestehenden Modelle müssen stetig aktualisiert und neu justiert werden, um den erwarteten Veränderungen Rechnung zu tragen. Aus diesen Gründen werden aktuelle Daten zum Mobilitätsverhalten sowohl für die Modellanwendung als auch für Modelldifferenzierungen benötigt, um die Nachfragematrizen kontinuierlich auf einem aktuellen Stand halten zu können.

Literaturverzeichnis

Ahrens, G.-A., Ließke, F., & Wittwer, R. (2004). *Mobilität in Städten -SrV 2003*. Dresden: Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr der TU Dresden.

Bertelsmann. (2009). *Wegweiser Demografie*. Abgerufen am Januar 2009 von <http://www.wegweiser-kommune.de/wegweiserinteraktiv/kartenmodul/Kartenmodul.action#>

Chlond, B., Kagerbauer, M., Ottmann, P., & Zumkeller, D. (2009). Mobilitätspanel: Pkw-Fahrleistungen und Treibstoffverbrauch im Vergleich - Die Datenquelle zur Analyse der Pkw-Nutzung. *Internationales Verkehrswesen (61) Heft 3/2009*.

Destatis. (2006). *Bevölkerung Deutschlands bis 2050, Ergebnisse der 11. koordinierten Bevölkerungsvorrausberechnung*. <http://www.destatis.de>.

Kunert, U., Kloas, J., Kuhfeld, H., & Follmer, R. (2004). *Mobilität in Deutschland - Ergebnisbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung*. Bonn.

Zumkeller, D., Chlond, B., & Kagerbauer, M. (2008). Regionalpanels Against the Background of the German Mobility Panel - an Integrated Approach. *8th international Conference on Survey Methods in Transport*. Annecy, France.

Zumkeller, D., Chlond, B., & Manz, W. (2004). Infrastructure Development under Stagnating Demand Conditions - a new paradigm? *TRB Annual Meeting 2004*. Washington DC.

Zumkeller, D., Chlond, B., Kuhnimhof, T., & Manz, W. (2003). Selektivität des Mobilitätspanels. *Schlussbericht zu FE 96.0732/2002 für das BMV*. Universität Karlsruhe: IfV.

Zumkeller, D., Chlond, B., Ottmann, P., Kagerbauer, M., & Kuhnimhof, T. (2008). Panelauswertung 2007. Karlsruhe: Institut für Verkehrswesen, Universität karlsruhe (TH).

H. Detlef Kammeier
Asian Institute of Technology, Bangkok

The Key Role of Transport in Managing Spatial Growth and Change: A Personal Review, 1968-2008

Introductory remarks

As an urban and regional planner who initially studied architecture, and then, rather early moved into planning, I have been dealing with transport in spatial analysis and planning for a long time. In the past, I often felt the disadvantage of not being sufficiently conversant with scientific analytical methods. This is typical for architect-planners (especially of the somewhat older generation), who otherwise tend to be over-confident with regard to their creative abilities of “thinking laterally” or sheer intuitive solution-finding. Engineers specializing in the field of traffic engineering and transport planning generally have the added advantage of being reasonably well trained in quantitative methods, however many of them tend to lack the imagination that is needed to deal with the complexities of transport and urban development. Modern geographers, in turn, are generally strong in quantitative spatial analysis but do not necessarily have the ability of producing bold ideas for translating their problem-solving work into convincing plans. Similar things may be said in regards to economists and sociologists many of whom would typically be seen as vague in both analytical findings and prescriptive ideas, arising from their “soft-science” approaches.

Whatever the core arguments in the mutually held pet prejudices are, the stereotypes are not beneficial. What is really needed is a carefully balanced team of generalists and specialists who might then be expected to be suc-

cessful in drafting an inter-disciplinary framework for dealing with the tasks at hand.

There are wonderful exceptions though: The man for whom we are writing this “festschrift” is one of those rare researchers straddling the divide between the soft and hard sciences, his work representing amazing inter-disciplinary qualities in both thinking and practice. So it is a great pleasure for me to highlight the key role of transport and traffic in urban growth and change, often deliberately using the term “spatial” to include both the urban and rural ends of the spatial development continuum.

I am writing this paper specifically for the Zumkeller book, and I have taken this opportunity to read and re-read a few things that I should perhaps have known better, but for a long time, I have not had much of a chance to deal with, the nexus of urban development and transport and the associated modeling methodology. I shall also refer to some personal project experiences in my attempt to outline the cause-and-effect relations in this complex field, which never stops being relevant and challenging in general, and which is of great personal interest to me.

I would assume that my 40 years of experience in dealing with the problems of spatial planning, often gladly working with colleagues from other disciplines, reflect in a more general manner, the shifts and changes in the planning professions since the 1960s – moving from the over-optimistic technocrat’s enthusiasm through the low public esteem and frustration, and on to a realistic sense of participation in the difficult game of making the world a more livable place. Therefore, the structure of this small essay is intended to refer to major advances in the theory (and practice) of spatial planning, while at the same time referring to some of my own learning by doing through research and consulting work.

The old chicken-and-egg question – land use versus transport services, channels and networks

It is common practice in urban analysis and planning to subsume transport facilities and services under the broad heading of urban infrastructure. Transport facilities and services would thus be considered along with the other elements of technical or physical infrastructure – water supply, sanitation and waste water management, as well as in conjunction with social infrastructure such as health, education and social service facilities. This is of course inappropriate because transport is by far both the most influential and expensive category of “urban services”. Hence, as transport questions are interconnected with everything else, an urban planner can little afford not to develop a sound understanding of the subject.

Transport and urban development are inextricably linked in a complex cause-and-effect web. An existing, and ever changing, pattern of land use, continuously requires transport services and traffic facilities of a certain level to satisfy both the current and future standards of “adequate” services – to accommodate the traffic that is continuously generated via the land use itself. Vice versa, any newly completed road in an empty landscape attracts land use activities along the new channel and in its vicinity – the provision of a facility generates land use which

in turn, requires more services to satisfy the induced traffic volumes. The classic problem seen to occur is ribbon development, which throughout the world, has given rise to appropriate conceptual solutions, both in terms of the design of network configurations, and the ever stricter land use restrictions along major road corridors.

Expectations and standards continue to change with regards to factors, such as rising incomes and technical advancements, but neither the channels nor the patterns of land use are comparatively “soft” enough to be easily adapted: Plot boundaries tend to stay in place for many decades, and public money for land acquisition for new roadways is always tight. The now outdated older concepts of transport planning were essentially aimed at fitting transport lines and networks on to a pre-existing urban “master plan” for a long-term future to satisfy the transport demand arising from the predicted and/or prescribed land use on essentially “green fields”.

Unfortunately, the reality is completely different – much of the land tends to be of the “brown field” variety, i.e. re-use of previously developed land, along with continuously rising quantitative and qualitative expectations from transport services. To meet these challenges, a completely different approach is required, comprising of both supply- and demand-side traffic management. This would have to include the best possible models of the cause-effect chains that determine the future, in combination with a flexible policy framework to cope with the managerial challenges involved in both land use and transport changes.

Facing Bangkok’s urban development and transport problems

With regard to my adopted home city Bangkok and based on my own observations that presently span almost four decades I can provide a good example of the changing approaches to urban transport planning. In 1971, when the German transport planning team was sent to tackle the complexities of Bangkok’s rapid urban development, the advisors of the German agency for technical assistance assured the team of transport planners that the draft master plan provided a reliable basis for designing the transport systems that would be required within the next 15-20 years (which was the target time). Nothing could have been further from the truth: The draft plan for urban development was subsequently only approved following a series of four or five major revisions and was finally adopted in 1992 (!). Meanwhile, the population and the urban patterns of the emerging megacity had expanded beyond anyone’s wildest expectations or worst fears, and certainly beyond the projections of the original “Litchfield Plan” that had been drafted by American consultants in 1960, for a time frame of 30 years.

Transport factors shaping Bangkok’s urban development

In essence, the Greater Bangkok area thus developed without any formal overall planning document. However – and that was important, nevertheless not that easy to understand from the onset – any major road alignment (which was of course decided at the national level and

not by the municipal authorities in charge of urban development) was part of the real driving forces of urban development, far more than any formal planning document. Any new road immediately attracted the development towards those areas that now had site-related advantages above other areas.

It is a common-place statement that three factors determine the value of land – true for both urban and rural land (which does not really have much intrinsic value) “location, location, location”. By extension, that is location as connected with relevant opportunities. This epitomizes the ever-changing patterns of accessibility as perhaps the single-most important parameter in urban or rural development over time, with a very direct effect on land values.

Our team’s attempts at meeting the challenge of the rapidly developing metropolitan system of Bangkok aimed at developing an approach for charting the alternative future patterns resulting from the interaction of land use change, transport policies, and transport networks / services. Our models were semi-quantitative and qualitative, but they constituted a step beyond the computer models that had been developed by the leading consulting company engaged in the Bangkok Transportation Study (1971-75). In retrospect, the approach was still relatively crude, mainly because of the input data that were available on land-use change dynamics. The transport data themselves were survey-based, new, and more reliable but all the same limited to the one point in time when the surveys were carried out. Nevertheless, the modeling was robust enough to be useful for overall planning purposes in a quality that had not been reached by any previous transport planning attempt in Bangkok.

It must be noted that the German transport study team had the great benefit of meeting a World Bank advisor who contributed his superb experience from evaluating more than a hundred urban transport studies from all over the world. The key concept (which was completely new to all of us at that time, not only to me as the urban planner in the team) was that of the mean value of a daily travel time budget (TTB) of 1.1-1.3 hours (Zahavi, 1974). We had though to assume a somewhat higher value (of perhaps two hours) for Bangkok. At the last moment in conducting the Greater Bangkok Study, and entailing huge additional computing efforts, the TTB was introduced as a key variable in assessing the complex interaction of all other factors such as mobility (number of daily trips by age group), social variables (of income and education), modal split, and network characteristics. I am sure I speak for all those who ever had the benefit to work with him when I state that Zahavi’s analysis and his way of arguing was deeply impressive.

From an initial stage of a relatively unknown concept, the TTB idea has become a household word, and it has spawned a rich literature, including some serious criticism, wittily wrapped as – “TTB or not TTB, that is the question” (Mokhtarian & Chen, 2002).

It is appropriate to refer to Dirk Zumkeller’s admirable long-term and extremely fine-grained research into transport behavior as it has contributed considerably to today’s much more refined knowledge of shifting travel-time patterns by social group and over time. Micro simulation of travel behavior was not even in its infancy when the Bangkok Transportation survey

was conducted but it has since become part of the state-of-the-art methodology in transport studies.

Accessibility as a badly managed public good

The example of Greater Bangkok demonstrates the enormous importance of transport in shaping the entire city, or more precisely, of accessibility as an extrinsic (man-made) resource of the city. Improvements in transport services and networks continuously add the blessing of better accessibility to selective localities in the city. Such intended but often unintended effects of public investments thus directly contribute to rapidly changing land values. More precisely, improved accessibility gives rise to the un-earned increments in land values in the pockets of land owners and speculative investors, while it leaves the public with the increasing costs of congestion and investments in public transport. Progressive land taxation for recovering a reasonable portion of private gains from rising land values still is in its infancy in Bangkok even though the past thirty years have clearly demonstrated this uneven game of a largely laissez-faire development. The Greater Bangkok Plan which was naively expected to be in force by the early seventies was approved and adopted two years after its original target year (1990). It has subsequently not been of much use. Although the forces of urban growth and change are better understood now than 50 years ago, the effective urban management still is anathema to the political reality that exists in Thailand.

Investors' planning for shopping centers

There is one specific aspect of urban development in Bangkok (or any other large Asian city) where I would have liked to run an empirically informed urban development model, specifically on the proliferation of shopping malls all over the city from the early 1980s onward. The foreign investors have included all major global players – Tesco from the UK, the French Carrefour, the big Dutch retail concern with its “Tops” mini malls, the Japanese shopping chains (Jusco), the very large local conglomerate of Central Department Stores, and the now ubiquitous Seven-Eleven mini marts. Most of these players are still active, but the most rapid expansion of the retail sector is now over, with a massive oversupply of shopping facilities.

Each of these investors have their own well-organized planning teams, and all of them presumably apply computerized models on the interaction of accessibility, vicinity of major nodes in the road network, land values, availability of vacant land, land-use characteristics, and purchasing power within specified access ranges. I cannot prove this, but I am afraid the Bangkok urban planning authorities never even tried to take the lead in this rather important field of development but – most probably – just followed investors and their chosen preferences. This clearly constitutes an opportunity missed – offering improved accessibility by major transport improvements in places where urban development is intended to go, instead of waiting for private sector initiatives to be followed up by subsequent haphazard network improvements.

Residential densification triggered by proposed MRT stations

Another interesting study would be to trace the land-use changes from formerly quiet suburban quarters with single-family houses to multi-story condominium areas in the vicinity of mass transit stations. This is now a clearly visible trend over the entire city, wherever a mass transit station is located. Even in anticipation of the extension of a line, condominium projects start sprouting. The official land assessment values that are updated every two years jump up within clearly recognizable isochrones close to such stations, while the typical narrow alleys (“soi”) are being festooned with high-rise buildings, resulting in continuous local traffic jams. What does not change in the process is the width of the road – which had been sufficient for low-rise development, but certainly not for the new land use. It appears to be impossible to link rising land values (because of improved transit accessibility) with local road network programs and construction permits (subject to the required greater width of a local road in high-density areas). It is hard to believe that this kind of programming is so difficult to achieve in practice, but Bangkok continues to make the same mistakes over and over again.

Bangkok: Chaos or system?

The development of public transport in Bangkok is a never-ending saga. In June 2002, I was invited to make a contribution to Professor Zumkeller’s series of transport presentations at the University of Karlsruhe. The title of my long-term Bangkok review included the question of “chaos or system?” In revisiting my assessment of the ups and downs of urban development and in particular, the emergence of advanced mass transit systems, I tend to confirm my verdict. Indeed, the process has been more of a chaos of missed opportunities, lacking political will, and fragmented management attempts, rather than a system which now after so many years, would begin to grow (except perhaps a refined system of corruption which is always present in major projects).

Modeling land-use, transport services, mobility, and other factors

Much of the older transport planning methodology, including the earliest computer-based models, is now history. One of the earliest models on land-use transport interaction was the one by Ira S. Lowry, originally developed for the Pittsburgh metropolitan area in 1964. That was not very long after the first generation of mainframe computers had become available for military, banking, and general statistical number-crunching operations (1940s and 1950s).

The beginnings in the 1960s

One of my own first hands-on experiences in this field was an exciting seminar as early as 1968 at the German federal institute for statistical analysis in Bonn. It was a gaming simulation exercise with a select group of young planning academics, conducted by Professor Richard Duke (from the University of Michigan), using his land-use simulation model called M.E.T.R.O. I still remember the mix of feelings we had when we played the game – amaze-

ment about the seemingly unlimited promise of computer-aided planning, and wonder how one could actually use the new tools. However, there was also the bewilderment over the model which was a grossly simplified mirror image of the American-style land developers' actions that were then unfamiliar in a European regulatory planning environment. In addition, we were taken aback by the obvious "black box" approach as to the underlying assumptions. The young professionals, that we were, would have much preferred open access to the set of algorithms that invisibly manipulated our intelligent inputs in the simulation game.

In the 1960s, the use of computers as tools for urban planning was hugely popular while only few people actually participated in the practice, and expectations were grossly overrated. Britton Harris, the much admired "grand old man" in computer-aided urban modeling made brilliant contributions and continued to do so for 50 years, remaining professionally active until his death in 2005, aged 90. He examined the use of the models in city planning ahead of anyone else (Harris, 1960). That paper was the second earliest among over 70 references in a critical discussion which seemed to mark the disappointingly early demise of the great hopes that had been so popular only ten years earlier (Lee, 1973). Lee's famous "requiem for large-scale models" stated the "seven sins" of the first generation of large models; they were hyper-comprehensive, data-hungry, complicated, and mechanical. It must be said though, that the author did not discard the idea of modeling at all. Measured by his yardstick – a fair balance of theory, objectivity, and intuition (!) in modeling – the earlier Lowry-type models were simple and robust enough, and not too data-hungry, so as to permit some interesting simulation runs albeit at a highly aggregate level. Not too long ago, an elegant adaptation in a spreadsheet (the Lowry model along with many others) was presented for educational purposes (Cartwright, 1993). That was some time after the micro computer revolution had taken place (marked with the first IBM "personal computer" appearing in 1980).

The rise of micro computer applications

I personally experienced the micro computer revolution as something very different from my earlier computing experiences with those arcane mainframe methods. So the advent of the micro computer triggered a fresh start of my somewhat dormant interests in computers, only a few years after taking up my research and teaching work at the Asian Institute of Technology (in 1976). Here was a tool that held the enormous promises of a truly appropriate technology for the developing world in which I was working. As soon as the micro computer had begun to move beyond its earlier teething problems, the new toy (as it had been seen by real computer buffs until the late 1980s), became an increasingly serious tool for any purpose, well beyond such mundane tasks as spreadsheet calculations, database operations, and word processing.

Real spatial planning applications now began to be possible on a much broader scale than on mainframe computers, especially after the phenomenal breakthrough of commercial GIS software which has been dominated by the Environmental Systems Research Institute (ESRI) in California and its "Arc Info" system. However, serious GIS applications on a micro com-

puter were not possible until the late 1990s when the hardware had become sufficiently advanced. Moreover, it soon became clear that one's own tinkering with micro computer programming in BASIC (in the absence of appropriate software) would be redundant as it was rapidly overtaken by a tidal wave of professionally developed software packages.

Further developments in urban modeling

Over the years, urban modeling had been pursued by a relatively small but devoted group of researchers. With the progress in computing and telecommunications technology, a good number of models became more and more refined – a considerable difference from the unwieldy early models. GIS was adopted as the standard environment for all kinds of models, and the view of a complete planning-support system on a desktop computer did not sound utopian anymore, although it was not actually in existence yet (Batty, 1995). An important step forward was the possibility of linking various unrelated computer packages in such a way that specific tasks could be tackled – the idea of an incremental system of tools rather than a single comprehensive model.

From the late 1990s onward, information technology had begun to foster interaction, communication, and dialogue among analysts and planners, along with computer-aided public participation. While this kind of statement applied to Western countries more than the developing world, it is true that the gap between industrialized and developing countries has narrowed much faster than expected in the 1970s and 80s. The series of bi-annual congresses called CUPUM (computers in urban planning and urban management) since 1989 clearly reflect the steady progress in domesticating the computer for all kinds of spatial planning needs.

The use of transport models in practice has remained a specialized domain, and the development of functioning models has been in the hands of an international fraternity of specialists, even though the number of models is not so small. (Wegener, 2004) provides a succinct overview, keeping track of his earlier reviews of the modeling world, to which he and his team at Dortmund University have made major contributions over many years. Figure 1 summarizes the typical feedback loops in modern transport and land-use models. More on this is documented in (Moeckel, Schwarze, Spiekermann, & Wegener, 2007).

The state-of-the-art models emphasize the great importance of reliable input data originally based on micro-level simulation of social behavior. This is where the impressive long-term data series of Zumkeller and his team have made unique contributions. The very brief recent summary in (Zumkeller, 2008) and the little graphic in Figure 2 illustrate the orientation of his work which adds a powerful tool to planning support. It is obvious that refined empirical data and sharp statistical analysis methods are indispensable for the qualities that are now expected from computation in planning – reliable understanding of the complex cause-effect chains, leading to better prognostic capability, while, at the same time encouraging intelligent dialogues, without tolerating any black-box element.

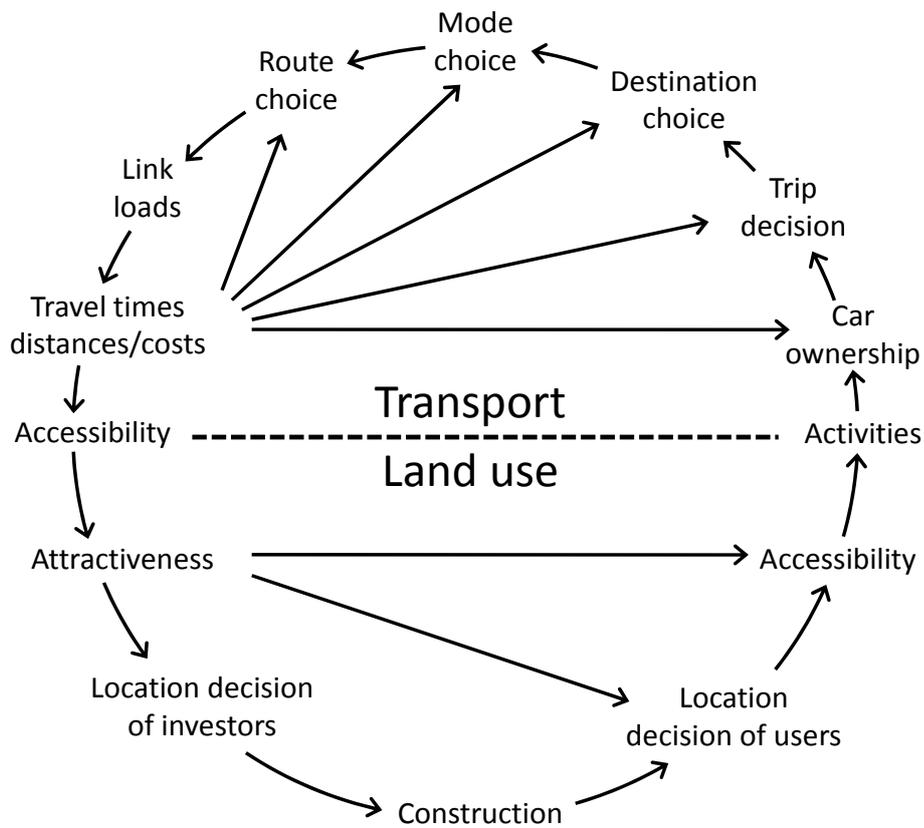


Figure 1: The land-use transport feedback cycle as a basis for modeling (Wegener, 2004)

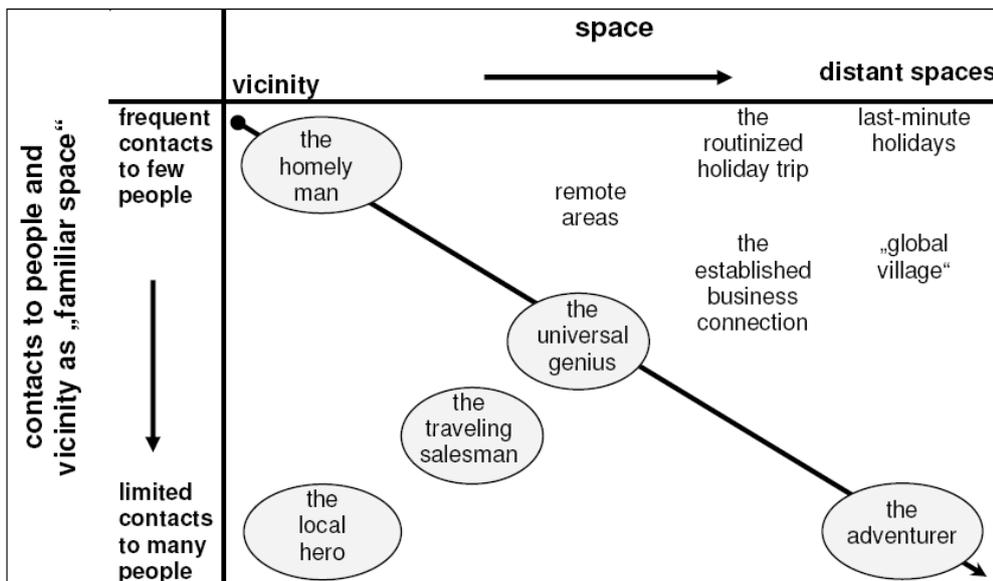


Figure 2: Behavioral patterns explained (Zumkeller, 2008)

Planning for public services in a spatial context

One of my long-term interests has been regional and rural development planning, essentially commencing from my work in 1980 on district centers in Malawi. Principal questions include which lower-order urban centers in a country or region might develop, or could be pushed to develop, in order to achieve improved rural-urban linkages and more equitable distributions of social and economic development over time. The conceptual framework for analysis and planning is derived from location theory which is a branch of historical and economic geography. Location planning models need to be based on empirical evidence and analytical knowledge to be of any practical use, and to lead to realistic planning schemes and their implementation. Public services such as schools, hospitals, administrative centers, and privately owned facilities such as market centers or small-scale industries, are the objects that should be planned along with the transport networks and services rather than separately. The complex spatial interaction between the users and providers of such facilities and services represent a rich subject for empirical research, as well as for planning and decision-making with effective computer support.

Against this background, and in combination with the encouraging possibilities of micro computer usage, I embarked on a personal research program for more than ten years starting in 1984, developing and applying a computer package which was called LocNet, short for “locational analysis and planning in a network” (Kammeier, 1998). In essence, the software package was designed to deal with the spatial interaction among supply and demand points in a transport network (i.e., not in continuous space with direct distances). The nodes were the geographical locations of the supply of a service (for example, a school, or hospital, or market), but also of the demand for such services (i.e., population, further divided into various user groups). Each of the services could be assigned a utility value (for example, of 1.0 or 100 units), but the services were able to be given different weights for a combined analysis of more than one service category simultaneously. The essential parameters to be used in the core analysis were service-specific threshold travel times (or costs), and various distance decay functions. They were determined by the type of transport used (and that might differ by service category and user group), apart from being specific to each transport link – rough rural roads displayed a higher friction factor than smooth highways (expressed in travel time or travel cost). All parameters were based on empirically derived values rather than assumptions. Figure 3 illustrates the principles applied in the distance-decay part of the model.

In other words, the model calculations were centered on a fairly specific accessibility analysis in a network where the well-known shortest-path algorithm played an important role. As a result, the “service landscape” may be mapped where the emphasis is on criteria based levels of quality for each node. This would enable the user (a facility planning agency or a regional planner) to explore the “decision space” available for remedial action – either new and improved services, or transport service improvements.

After several transformations, the package was fully (or perhaps almost fully) functional in 1996, but it still had some flaws at which time we realized that we could not cope with the

workload that would have been required to transform the entire operation into a Windows environment. In the end, I had to abandon that plan because of lack of funding and manpower resources, but nevertheless, I would not want to miss that long experiment with spatial modeling.

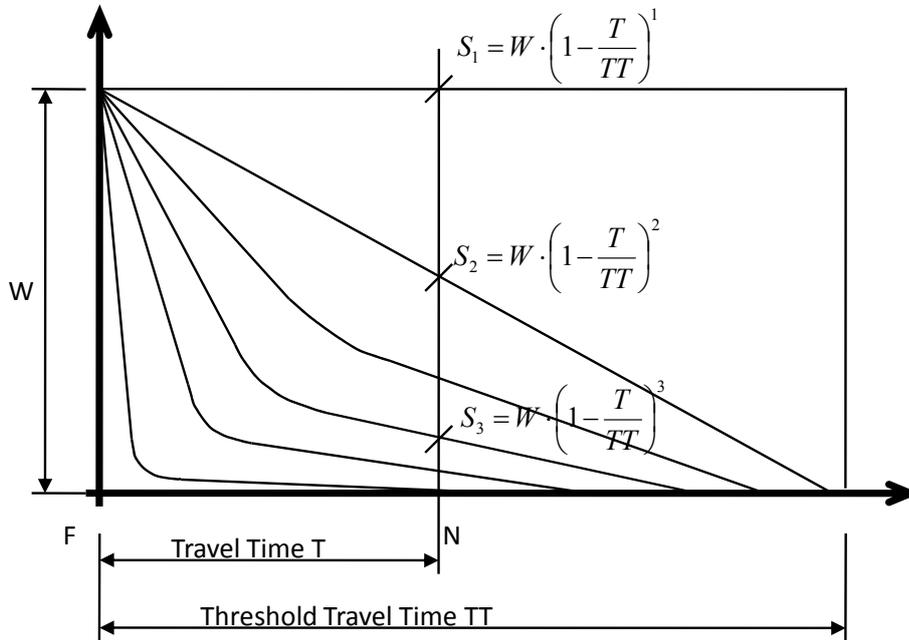


Figure 3: LocNet distance-decay functions

Explanatory notes: F – facility location (supply node); N – demand node; F-N reached within actual travel time along the links in the network; any location N closer to supply node F than TT receives an accessibility value of W, discounted by the applicable distance-decay function ($S_1, S_2 \dots S_n$); locations N beyond the TT distance will receive accessibility values of zero. Note that the manually drawn distance-decay curves are not accurate in this diagram. (Kammeier, 1998)

Flowmap, a similar package for spatial analysis which had been developed at the University of Utrecht over the past 20 years, has been developed further; it is well documented by a dedicated website (FLOWMAP, 2009). Some of the options in LocNet are not available in Flowmap even though it is the more advanced package ready for commercial use.

Flexible decision-support systems

The “new logic of computation” manifests itself in the idea of a flexible system of software tools that add up to a decision-support system. In it, the principles of strategic planning may take a prominent role although strategic planning *per se* is not normally associated with computer use. Planning methods and techniques are in two broad categories – (1) substantive (or specific to a subject area such as spatial search, economic analysis, traffic flow analysis, or water supply networks); and (2) procedural, i.e. the logical steps in an objective and criteria driven process of problem-solving and decision-making. The strategic choice approach evolved from its foundations in operations research (OR) since 1963 at the Tavistock Insti-

tute of Human Relations (UK). It offers a number of procedural planning techniques that are applicable to any subject area. They are as relevant as ever and increasingly open to smart computer applications.

Not long ago, only the “hard” OR techniques for mathematical optimization were associated with computer use while the “soft” techniques with the same conceptual background have more recently attracted greater attention in the context of participatory planning and decision-making. The “logical framework” based on structured brainstorming is one of those (normally not supported by computer use). However, computerized critical path techniques (CPM and PERT) have been around for more 40 years, for example for scheduling complex industrial and construction projects. What used to be a huge mainframe exercise (for example, using the IBM PROJACS program), has become a standard component of the Microsoft Office package on any laptop computer. Many users would not be aware of the fact that CPM uses the same kind of shortest-path calculations that are standard in any transportation model.

The book by (Friend & Hickling, 1997) is now available in its third edition (2004), which indicates the principal success of the strategic choice methodology. For more than 15 years now, an elegant software package has been available, entitled STRAD – the strategic advisor. It is being maintained and offered for training and research through a small but active consultancy firm (STRADSPAN, 2009). I am delighted to find it in the internet, further developed and very neatly presented, as I have not had any personal contact for the past ten years or so.

Encouraged by the elegant logic of combining strategic planning techniques (manual or computer aided) with specific computerized approaches, I drafted a partial planning-support system which was inspired by the one suggested by (Batty, 1995) amongst others (Figure 4). I must admit that I have not been able to put those ideas to practice because, after leaving AIT, I have not had enough students or research staff, whom I could have persuaded to work on experimental or real applications. On the other hand, my own consultancy work has not permitted me to include the luxury of testing such innovations, except for un-connected applications of those components that are suggested to be interrelated in Figure 5. Therefore there is still some interesting work to be carried out. In borrowing the words of (Lee, 1973), I would imagine starting “with a problem that needs solving, rather than a methodology that needs applying”; and I am sure Dirk Zumkeller would agree with this kind of pragmatism...

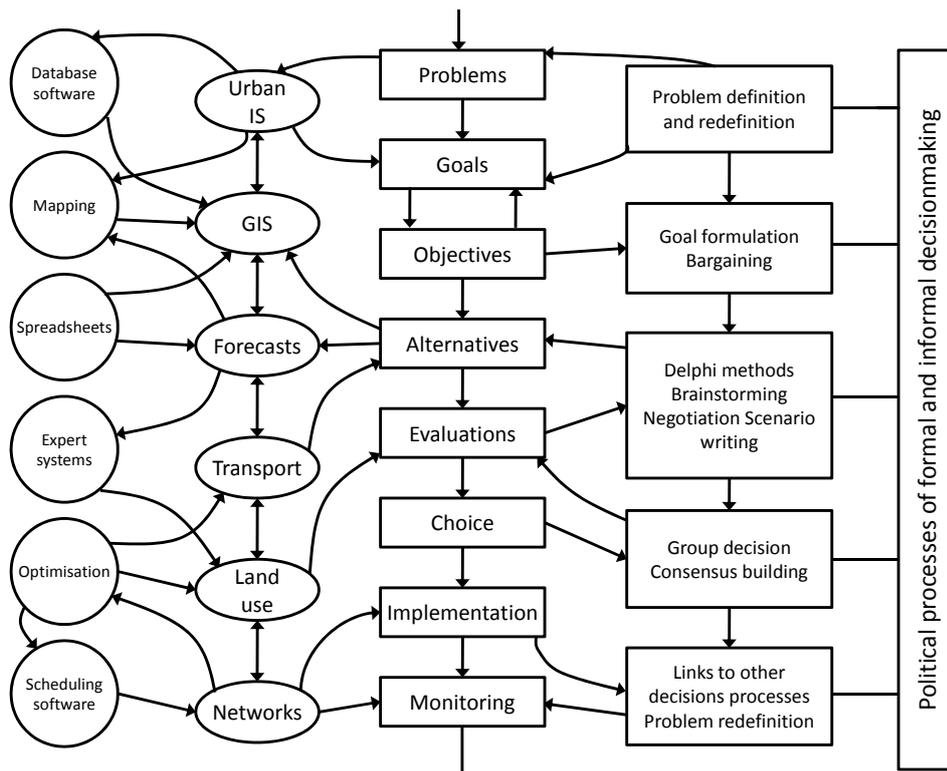


Figure 4: A conceptual diagram for a complete planning-support system Explanatory notes: The standard cycle of a planning process are shown as a “backbone” in the middle, and some of the well known procedural techniques to the right. Computer-aided methods are depicted by the bubbles on the left side of the diagram. (Batty, 1995)

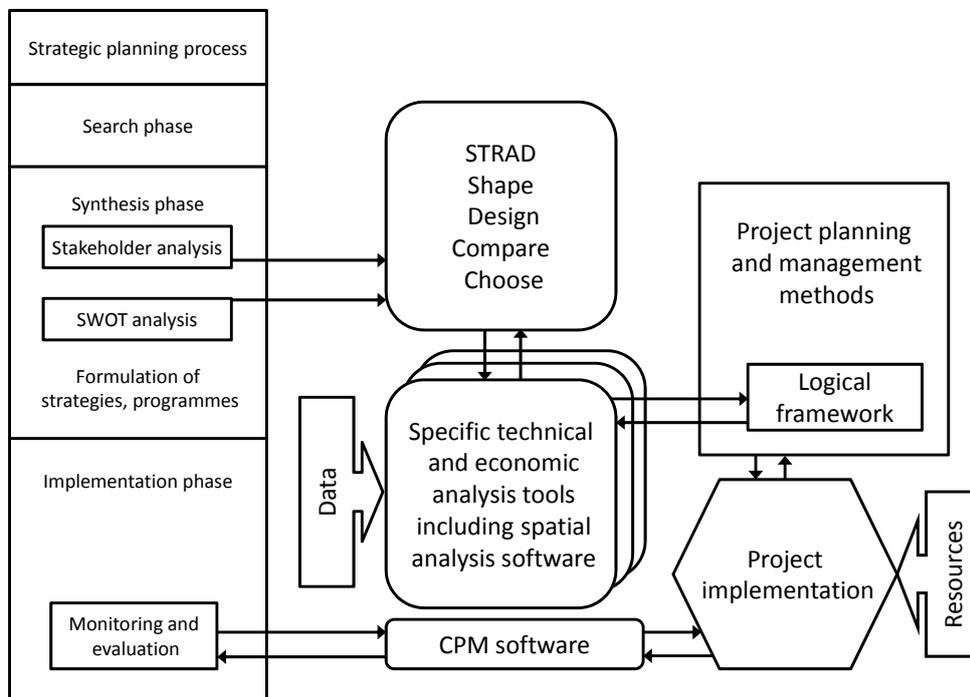


Figure 5: A partial planning-support system in the context of strategic planning, with an emphasis on procedural methods. Notes: SWOT – strengths, weaknesses, opportunities, and threats; CPM – critical path method. (Kammeier, 1999)

Concluding remarks

Urban planning and management, -rural or regional development planning would be utterly deficient without adequate transport analysis and planning, but – unfortunately, the integration which is entirely possible in theory and in planning models does not seem to be satisfactory in practice. Whatever the reasons – institutional divisions in academia and administration, mutual lack of understanding among professionals, or lack of information – there are no excuses for missing the opportunities for fruitful interdisciplinary cooperation. I have personally enjoyed the very nature of this work with transport specialists, water supply and wastewater engineers, agricultural economists, sociologists and political scientists, architects and artists, and computer programmers. My work has taught me the mutual benefits of working in teams, and I can state that the most rewarding experience has been that around the nexus of transport factors in spatial development.

References

- Batty, M. (1995). Planning support systems and the new logic of computation. *Regional Development Dialogue* (Vol. 16 No. 1), pp. 1-17.
- Cartwright, T. J. (1993). *Modeling the world in a spreadsheet: Environmental simulation on a microcomputer*. Baltimore. Maryland: Johns Hopkins University Press.
- FLOWMAP. (2009). *A software package developed at the Faculty of Geosciences*. (University of Utrecht, Netherlands) Retrieved from <http://flowmap.geog.uu.nl/Index.html>
- Friend, J., & Hickling, A. (1997). *Planning under pressure: The strategic choice approach* (Vol. second edition). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Harris, B. (1960). Plan or projection: An examination of the use of models in city planning. *Journal of the American Institute of Planners* (Vol. 26, No. 4), pp. 265-272.
- Kammeier, H. D. (1998). LOCNET: A PC-based locational analysis and planning tool and its conceptual background. (A. MOHAPATRA, & J. K. ROUTRAY, Eds.) *Regional Development and Planning, Rawat Publications* , pp. 127-160.
- Kammeier, H. D. (1999). New tools for spatial analysis and planning, as components of an incremental planning support system. *Environment and Planning* , 26, pp. 365-380.
- Lee, D. B. (1973). Requiem for large-scale models. *Journal of the American Institute of Planners* (Vo. 39, No. 3), pp. 163-178.
- Moeckel, R., Schwarze, B., Spiekermann, K., & Wegener, M. (2007). *11th World Congress on Transport Research, Berkeley*. Retrieved from www.spiekermann-wegener.de/pub/pdf/ILUMASS_WCTR.pdf

Mokhtarian, P. L., & Chen, C. (2002). *TTB or not TTB that is the question: A review and analysis of the empirical literature on travel time (and money) budgets*. Retrieved from <http://nexus.umn.edu/Courses/pa8202/MokhtarianChen.pdf>

STRADSPAN. (2009). *Strategic decision support information and STRAD software*. Retrieved from www.btinternet.com/~stradspan/

Wegener, M. (2004). Overview of land-use transport models. *Transport Geography and Spatial Systems, Handbook in Transport, Pergamon/Elsevier Science* , pp. 127-146.

Zahavi, Y. (1974). *Travel time budget and mobility in urban areas*. Washington, DC: US Department of Transportation.

Zumkeller, D. (2008, September). *Does vicinity lose significance through telecommunications? – A glance at our future mobility, conference paper*. Retrieved from www.isocarp.net/Data/case-studies/1363.pdf

Gerd Sammer
Institut für Verkehrswesen am Department für Raum, Landschaft und In-
frastruktur der Universität für Bodenkultur Wien

Christian Gruber
ZIS+P Verkehrsplanung, Sammer & Partner Ziviltechniker GmbH. Graz

Gerald Röschel
ZIS+P Verkehrsplanung, Sammer & Partner Ziviltechniker GmbH. Graz

Welche Rolle spielt der Informations- und Wissensstand über Verkehrsmittelalternativen bei der Verkehrsmittelwahl?

Problemstellung

Traditionelle Verkehrsmittelwahlmodelle beschränken sich auf Erklärungsvariable der Verkehrsmiteleigenschaften wie Reisezeit und Reisekosten, soziodemographische Charakteristika (Einkommen, Alter, Geschlecht, Verkehrsmittelverfügbarkeit) sowie auf quell-zielorientierte Merkmale (z.B. Stellplatzverfügbarkeit) usw. Diese Faktoren sind in der Lage, den Einfluss der Qualität des Verkehrsangebotes und der soziodemographischen Charakteristika mehr oder weniger zufrieden stellend zu beschreiben. Sie ermöglichen es aber nicht, die Auswirkungen von Maßnahmen im Bereich des Marketings, der Reiseinformation oder der Bewusstseinsbildung der Verkehrsteilnehmer über die zur Verfügung stehenden Verkehrsmittelalternativen zu berücksichtigen. Solche Maßnahmen zielen darauf ab, den Wissensstand des Verkehrsteilnehmers zu aktualisieren und bewusst zu machen. Damit verfolgt man das Ziel, den Einfluss von unsicheren Informationen und von perzeptiven Verzerrungen z.B. über überhöhte Reisezeiten des nicht gewählten Verkehrsmittels zu beseitigen. Dieser Art von Maßnahmen kommt heute eine wachsende Bedeutung zu, weil Infrastrukturverbesserungen aus finanziellen und umweltbedingten Engpässen Grenzen gesetzt sind. Information und Bewusstsein wird im Zeitalter der Informationstechnologie mehr Raum gegeben. Jedenfalls ist es zweckmäßig, dass in Verkehrsverhaltensmodellen der Informations- und Kenntnisstand über die Verkehrsmiteleigenschaften bezüglich Qualität und Aktualität berücksichtigt wird.

Der subjektive Wissensstand des Verkehrsteilnehmers über die zur Wahl stehenden Verkehrsmittel basiert einerseits auf Erfahrungen aus der Vergangenheit mit realisierten Wegen und andererseits aus subjektiven Wahrnehmungen und Annahmen über alternative, selten oder nie genutzte Verkehrsmittel. Dieser subjektive Wissensstand charakterisiert eine subjektive Situation des Verkehrsteilnehmers und weicht durch den Filter der gesellschaftlichen Werthaltungen und persönlichen Einstellungen deutlich von der objektiven Situation ab. Daraus folgt die begründete Hypothese, dass Verkehrsmittelverhaltensmodelle in ihrer Erklärungsqualität deutlich verbessert werden können, wenn sie um geeignete Einflussvariable erweitert werden, die die aktuelle Informationssituation und den Wissensstand der Verkehrsteilnehmer repräsentativ beschreiben. Die zentrale Frage stellt sich, wie solche Einflussvariable zu definieren sind, wie man geeignete Beobachtungsdaten für diese Variablen erhält und wie man diese Daten für den Prognosefall abschätzen kann?

Situationsansatz

Das Basiskonzept für die Berücksichtigung des Kenntnis- und des Informationsstandes der Verkehrsteilnehmer über die Eigenschaften von Wahlalternativen kann auf den so genannten "Situationsansatz" für Verkehrsverhaltensentscheidungen, der in den Achtzigerjahren des vorigen Jahrhunderts entwickelt wurde, zurückgeführt werden. Für die Erklärung des Verkehrsverhaltens im Rahmen von stated-preference Befragungen ist es notwendig, sowohl objektive, als auch subjektive Aspekte einzubeziehen, die eine relativ komplexe subjektive Wahlsituation für den Verkehrsteilnehmer bilden (Brög, 1981). Zu diesem Zweck wurde eine interaktive vertiefte Befragungstechnik entwickelt, die in der Lage ist, diesen Entscheidungsvorgang bestmöglich abzubilden (Brög & Erl, Can Daily Mobility be Reduced or Transferred to Other Modes?, 1996; Brög & Erl, Die Anwendung eines Individualverhaltensmodelles unter Berücksichtigung haushaltsbezogener Aktivitätsmuster, 1981). Damit ist es möglich, sowohl sozio-demographische, Infrastruktur- und Verkehrsmittleigenschaften, als auch situationsbezogene Merkmale zu berücksichtigen. Diese Erhebungsmethoden ermöglichen gegenüber Verfahren, die nicht die subjektive Situation der Verkehrsteilnehmer abbilden können, einen besseren Einblick in die Entscheidungsprozesse des Verkehrsverhaltens. Der Kenntnis- und Informationsstand sind typische Eigenschaften der Verkehrsteilnehmer, die dazu beitragen, den Unterschied zwischen der subjektiven Situation und den objektiven Gegebenheiten definieren. Der Situationsansatz baut auf der Annahme auf, dass für ein Individuum und seine Wahlentscheidung ein objektiver Rahmen gegeben ist („objektive Situation“), der von seinem Umfeld bestimmt wird. Dieses Umfeld setzt sich aus den folgenden Merkmalen zusammen (Abbildung 1):

- das strukturelle Umfeld, gekennzeichnet durch die Raumnutzung;
- die Verkehrsinfrastruktur und das Verkehrsangebot der zur Verfügung stehenden Verkehrsmitteln;

- die Beschränkungen und Freiheitsgrade, die sich aus den sozio-demographischen Charakteristiken der Verkehrsteilnehmer und ihrer Haushalte ergeben;
- die gesellschaftlichen Werte und Normen, die das Verkehrsverhalten beeinflussen.

Jedes Individuum hat mit diesem objektiven Umfeld seine eigene subjektive Erfahrung. Daraus können sich auch bei demselben objektiven Umfeld für zwei Individuen zwei unterschiedliche subjektive Situationen ergeben, die durch die oben beschriebenen Eigenschaften von jedem Individuum unterschiedlich wahrgenommen werden können. Diese unterschiedliche Wahrnehmung wird durch den individuellen Informations- und Kenntnisstand, aber auch durch ein unterschiedlich ausgeprägtes Bewusstsein für die Eigenschaften der einzelnen Wahlalternativen verursacht. Letztendlich entsteht dadurch für jedes Individuum ein verzerrt wahrgenommenes Bild von den Wahlalternativen. Der Grad dieser Verzerrung ist abhängig von den individuellen Erfahrungen sowie von dem individuellen Informations- und Kenntnisstand. Die Wahlentscheidung selbst wird auf Basis dieser subjektiven Situation jedes einzelnen Individuums durchgeführt. Deshalb ist es notwendig, dass ein valides Entscheidungsmodell für das Verkehrsverhalten die Ablaufkette „objektive Situation - individuelle Wahrnehmung - subjektive Situation - individuelle Entscheidung“ für ein bestimmtes Verkehrsverhalten (hier die Verkehrsmittelwahl) nachvollzieht. Mit so einem Modellkonzept, kann man das Verkehrsverhalten in jeder dieser Stufe beeinflussen. Dazu zählen neben den traditionell üblichen Maßnahmen, wie z.B. eine Fahrzeitverkürzung durch einen Infrastrukturausbau, auch Informationsmaßnahmen zur Anhebung des Kenntnis- und Bewusstseinsstandes der Verkehrsteilnehmer. Das kann z.B. durch die aktuelle Information von Navigationssystemen oder durch Marketingmaßnahmen für den ÖV geschehen. Voraussetzung dafür ist die Berücksichtigung des individuellen Informations- und Kenntnisstandes mit Hilfe von geeigneten Modellvariablen. Die subjektive Situation für eine Wahlentscheidung eines Individuums kann mit den in Tab. 1 dokumentierten 8 Dimensionen beschrieben werden, die sich mit Hilfe der aufgelisteten Fragen beschreiben lassen. Im Prinzip beschreibt jede Dimension eine für die Wahl wesentliche Eigenschaft der Verkehrsmittelalternativen.

(1) Ist eine objektive Möglichkeit vorhanden, eine bestimmte Verkehrsmittelalternative zu wählen (Z.B. existiert überhaupt eine Verbindung von i nach j zum gewünschten Zeitpunkt mit dem Bus)?
(2) Sind irgendwelche Hindernisse vorhanden, eine vorhandene Wahlmöglichkeit zu benutzen? (z.B. keine Möglichkeit schweres Gepäck zu Fuß zu transportieren) ?
(3) Hat die betrachtete Person alle Informationen zur Verfügung, um ein bestimmtes Verkehrsmittel zu benutzen (z.B. den Zugfahrplan)?
(4) Spielt die Reisezeit für das Individuum eine wichtige Rolle und wenn ja, welche Verkehrsmittelalternative schneidet im Vergleich am Besten ab?
(5) Spielen Routenaspekte (z.B. Steigung, Verkehrssicherheit) für die individuelle Verkehrsmittelwahl eine Rolle und wenn ja, welche Verkehrsmittelalternative schneidet im Vergleich am Besten ab?
(6) Welche Rolle spielen die Reisekosten für die individuelle Entscheidung und wenn ja, welche Verkehrsmittelalternative schneidet im Vergleich am Besten ab?
(7) Spielen Aspekte des Komforts für die individuelle Entscheidung eine Rolle und wenn ja, welche Verkehrsmittelalternative schneidet im Vergleich am Besten ab?
(8) Besteht von Seiten des Individuums eine subjektiv positive Disposition zu den vorhandenen Verkehrsmittelwahlalternativen, sodass sie ernsthaft in die Wahlentscheidung einbezogen werden?

Tabelle 1: Acht Dimensionen von Eigenschaften für die Verkehrsmittelwahl (Sammer et al 1993, basierend auf Brög, 1981)

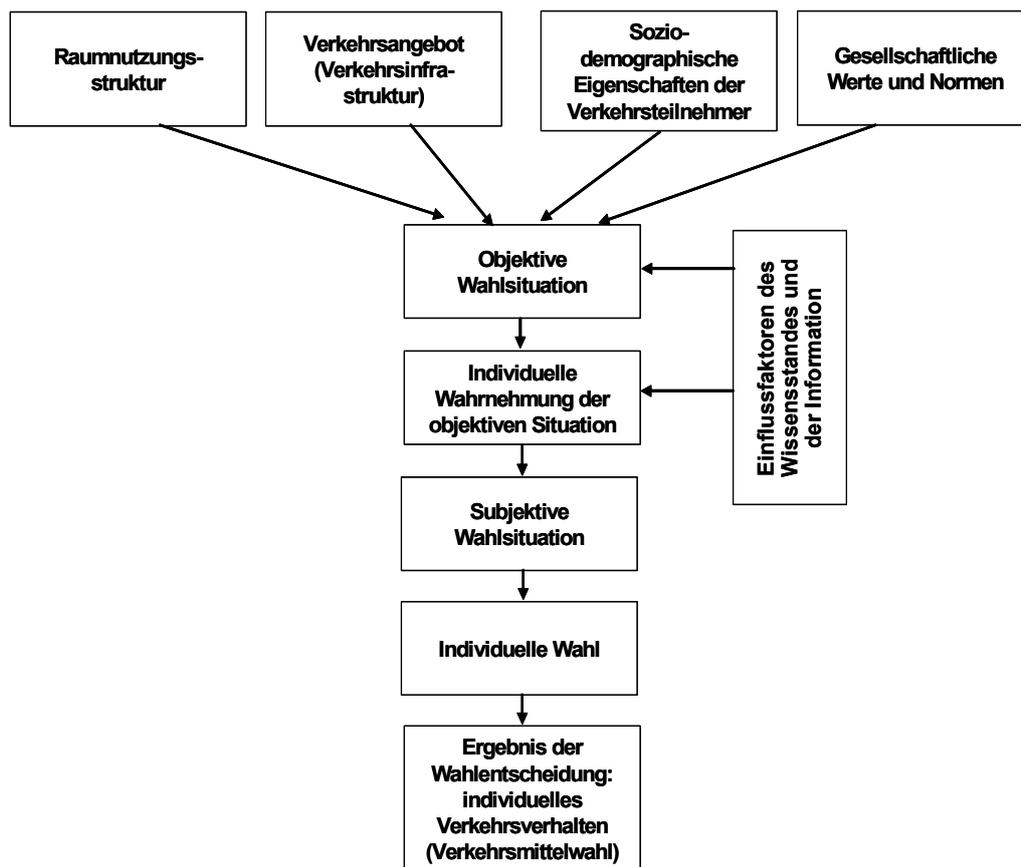


Abbildung 1: Konzept des Situationsansatzes als Basis für die Durchführung eines interaktiven Vertiefungsinterviews für beobachtetes und hypothetisches Verkehrsmittelwahlverhalten (Brög, Erl, 1981 und 1996)

Kenntnis und Informationsstand über Verkehrsmiteleigenschaften

Definition von Kenntnis und Informationsstand

Vor der Überlegung, wie die Kenntnis bzw. der Informationsstand von Verkehrsteilnehmern über Verkehrsmiteleigenschaften gemessen werden können, sind die synonym verwandten Begriffe Kenntnis bzw. Informationsstand zu konkretisieren. Diese Definition baut auf dem Situationsansatz auf. Diese Begriffe sind für die Verkehrsmittelwahl eng korreliert mit dem Bewusstsein für die einzelnen Alternativen und der Erfahrung der Verkehrsteilnehmer mit ihnen. Verkehrsteilnehmer, die ein bestimmtes Verkehrsmittel häufig nutzen, kennen naturgemäß die Eigenschaften des benutzten Verkehrsmittels besser als die Eigenschaften der Verkehrsmittel, die sie selten oder nie benutzen. Ihre subjektive Wahrnehmung wird deshalb besser mit der Realität übereinstimmen. So zeigt sich z.B., dass regelmäßige Autonutzer häufig nicht die ihrer Wohnung oder Arbeitsstelle nächstgelegene Haltestelle des öffentlichen Verkehrsmittels angeben können.

- Verkehrsteilnehmer, die ein bestimmtes Verkehrsmittel selten, nie oder schon lange Zeit nicht benutzen, kennen die objektive Eigenschaften der Verkehrsmittelalternative, wie Reisezeit und Fahrpreis, nicht und haben häufig eine verzerrte Wahrnehmung. Die Erfahrung zeigt, dass die Eigenschaften der nicht gewählten Alternativen schlechter eingeschätzt werden als jene des gewählten Verkehrsmittels. So wird z.B. häufig die Reisezeit des nicht gewählten Verkehrsmittels eher überschätzt. Diese verzerrte Wahrnehmung wirkt im Sinne der Bestätigung der Zweckmäßigkeit des eigenen Wahlverhaltens.
- Verkehrsteilnehmer können auch durch Informationskampagnen und Werbemaßnahmen über einzelne Verkehrsmittel mehr oder weniger glaubwürdige Information von Verkehrsmiteleigenschaften erhalten oder sich notwendige Kenntnisse selbst von verfügbaren Informationsmedien (Internet, Fahrplan etc.) besorgen.

Daraus leitet sich ab, dass die Kenntnis bzw. der Informationsstand von Verkehrsteilnehmern durch die Differenz der Eigenschaften des objektiven Verkehrsmittelangebotes und der subjektiven Wahrnehmung definiert werden kann. Die Eigenschaften des Verkehrsmittelangebotes sind im Wesentlichen durch die in Kap. 2. definierten 8 Dimensionen beschrieben. Insbesondere sind die Kenntnisse über die Route, die Reisezeit, die tageszeitlichen Verkehrsbedingungen und den Reisekomforts (Wetterabhängigkeit, Sitzplatzverfügbarkeit, Möglichkeit von Gepäcktransport, usw.) von Bedeutung. Die Kenntnis bzw. der Informationsstand kann also entweder als mehrdimensionale Zwillingenvariablen zu allen Verkehrsmittelattributen definiert werden oder als eine Variable, die aus dem Aggregat dieser Zwillingenvariablen der Verkehrsmiteleigenschaften gebildet wird. Dafür ist eine Aggregationsregel in Form einer mathematischen Funktion zu definieren. Die Zwillingenvariablen der Verkehrsmiteleigenschaften beschreiben die Differenz zwischen objektiv vorliegender Verkehrsmiteleigenschaft und der subjektiven Wahrnehmung durch einen konkreten Verkehrsteilnehmer.

Wie kann man den Kenntnis und Informationsstand messen?

Für die vorliegende Untersuchung wurde je Verkehrsmittel eine aggregierte Variable verwendet, die die Kenntnis und den Informationsstand über eine Kombination von Eigenschaften der betrachteten Verkehrsmittel abbildet. Für den öffentlichen Verkehr (ÖV) wurde im Rahmen der vorliegenden Analyse das nachfolgend beschriebene Verfahren entwickelt, wobei zwischen beobachteten oder hypothetischen Verhalten im Sinne von „revealed und stated-preference Erhebungen“ sowie zwischen der tatsächlich gewählten bzw. nicht gewählten Alternativen zu unterscheiden ist. Die Ermittlung der Kenntnis und des Informationsstandes erfolgt getrennt für jeden durchgeführten Weg und alle zur Verfügung stehenden Verkehrsmittelalternativen:

- Vier Verkehrsmittelseigenschaften werden zur Beurteilung der Kenntnis und des Informationsstandes der Verkehrsteilnehmer bei beobachteten Verhalten über die nicht gewählte ÖV-Alternative herangezogen:
 - (1) Die genaue Beschreibung der Route mit Einstiegshaltestelle, Linienbezeichnung aller für einen konkreten Weg zu benutzenden Linien, Umsteigehaltstellen, Ausstiegshaltestelle;
 - (2) Geschätzte Tür-zu-Tür-Reisezeit;
 - (3) Geschätzte Spannweite bzw. zu erwartende Reisezeitabweichungen auf Grund von Unsicherheiten durch die aktuelle Verkehrssituation zum Zeitpunkt der Durchführung des betrachteten Weges;
 - (4) Geschätzte Reisekosten bzw. Fahrpreis.
- Die vom Verkehrsteilnehmer angegebenen Werte werden mit den tatsächlichen Werten verglichen und je nach Übereinstimmung in eine fünfteilige Skala transformiert: 1 = sehr gute Übereinstimmung; 2 = gute Übereinstimmung; 3 = befriedigende Übereinstimmung; 4 = genügende Übereinstimmung; 5 = nicht zufrieden stellende Übereinstimmung. Das heißt, mit einer mit „5“ bewerteten Information ist das betrachtete Verkehrsmittel praktisch nicht benutzbar.
- Diese vier Indikatoren werden arithmetisch gemittelt und in eine Skala von 0 bis 1,0 transformiert (1,0 entspricht der vollen Kenntnis und 0 einer für die Benützung nicht ausreichenden Kenntnis des Verkehrsteilnehmers.

$$KV_{pt} = 1 - \left(\frac{\sum_i KV_{pt,i}}{4} - 1 \right) / 4 \quad [\text{Maßeinheit der Kenntnis und des Informationsstandes}]$$

KV_{pt} Variable der Kenntnis und des Informationsstandes

$KV_{pt,i}$ Variable zur Messung der Kenntnis und des Informationsstandes für einzelne Eigenschaften i des ÖV, $i = 1,4$

- Für die gewählte ÖV-Alternative bei Erhebung des tatsächlichen Verkehrsmittelwahlverhaltens wird davon ausgegangen, dass eine gute Kenntnis und ein guter Informati-

onsstand vorliegen, sonst wäre ja diese Alternative nicht gewählt worden. Eine gewisse Abstufung des Informationsstandes erfolgt über die Abfrage, wie regelmäßig und häufig der ÖV für jeden einzelnen Weg in der Vergangenheit benutzt wurde (Häufigkeit der Benutzung pro Woche und Monat). Die Spannweite der Bewertung bewegt sich zwischen 1 und 3. Eine Variante des Bewertungsverfahrens bietet sich zur Berücksichtigung von Fahrplaninformationssystemen in der folgenden Art an: Die Bewertungsziffer 1 wird nur bei Vorhandensein und Benützung von Fahrplaninformationssystemen vergeben.

- Vertiefte Befragung: Die Ermittlung des Informationsstandes der Verkehrsteilnehmer ist relativ aufwendig. Für beobachtetes Verkehrsmittelwahlverhalten wird für jeden Weg getrennt nach gewählten und nicht gewählten Verkehrsmittelalternativen der Kenntnisstand in Form einer vertieften Exploration abgefragt. Dies kann nur in Form eines mündlichen Interviews unter Kontrolle eines Interviewers erfolgen, weil andernfalls die Möglichkeit besteht, dass die interviewte Person den zur Entscheidungszeitpunkt vorhandenen Wissenstand durch Hilfe anderer Personen oder Informationsmittel verfälscht. Für hypothetisches Verhalten, wie es bei „stated-preference Befragungen“ der Fall ist, wird vor der Abfrage, welche Verkehrsmittelalternative für einen konkreten Weg gewählt wird, der Kenntnisstand des Befragten über die einzelnen Verkehrsmittelalternativen im gewünschten Ausmaß für die entsprechende Befragungsrunde bzw. Wahlexperiment verbessert. Es ist selbstverständlich klar, dass mit jeder nachfolgenden Abfrage über eine Wahlentscheidung der Wissensstand für denselben Weg nur verbessert werden kann, da ein einmal erreichter Kenntnisstand über eine Wahlalternative nicht im nächsten Wahlexperiment reduziert werden kann. In diesem Zusammenhang ist folgendes festzuhalten: ein wesentliches Qualitätsmerkmal für „stated-preference Befragungen“ besteht darin, dass diese auf Wegen basieren sollen, die von der befragten Person selbst durchgeführt wurden und ihr daher bekannt sind. Nur auf diese Weise wird das Umfeld der „stated-preference Befragung“ in eine reale Umgebung eingebettet, die eine Mindestqualität der Abbildung garantiert (Sammer, Ensuing Quality in Stated Response Surveys. Transport Survey Quality and Innovation, edited by P. Stopher and P. Jones, 2003).

Deshalb wird die Erhebung in zwei Stufen durchgeführt:

- (1.) Eine postalische Erhebung des Verkehrsverhaltens von Haushalten mittels eines Mobilitätstagebuch mit telefonischer Erinnerung, bei der in der Regel eine Antwortrate von nahezu 70 % erzielt wird;
- (2.) Eine interaktive Vertiefungserhebung mit Haushaltsbesuch, wobei eine Nettoantwortrate von rund 50 % erreicht wird: In Abbildung 2 ist der Ablauf des Interviews inklusive der Abfrage des Entscheidungsexperiments mit den Verkehrsmitelegenschaften der Informations- und Kenntnisvariablen dokumentiert. Die Interviews werden gemeinsam mit jenen Haushaltsmitgliedern durchgeführt, die in die Verkehrsmittelwahlentscheidung eingebunden sind.

Das bedeutet, dass auch gruppendynamische Effekte in der Wahlentscheidung der Probanden Berücksichtigung finden. Festzuhalten ist, dass alle Effekte von Wegekettenentscheidungen sowie von wahlgebundenen Haushaltsmitgliedern die Wahlentscheidung beeinflussen können. Ein Interview kann, je nachdem wie viele Haushaltsmitglieder anwesend sind und wie viele Wege am Stichtag durchgeführt wurden, bis zu 90 Minuten dauern.

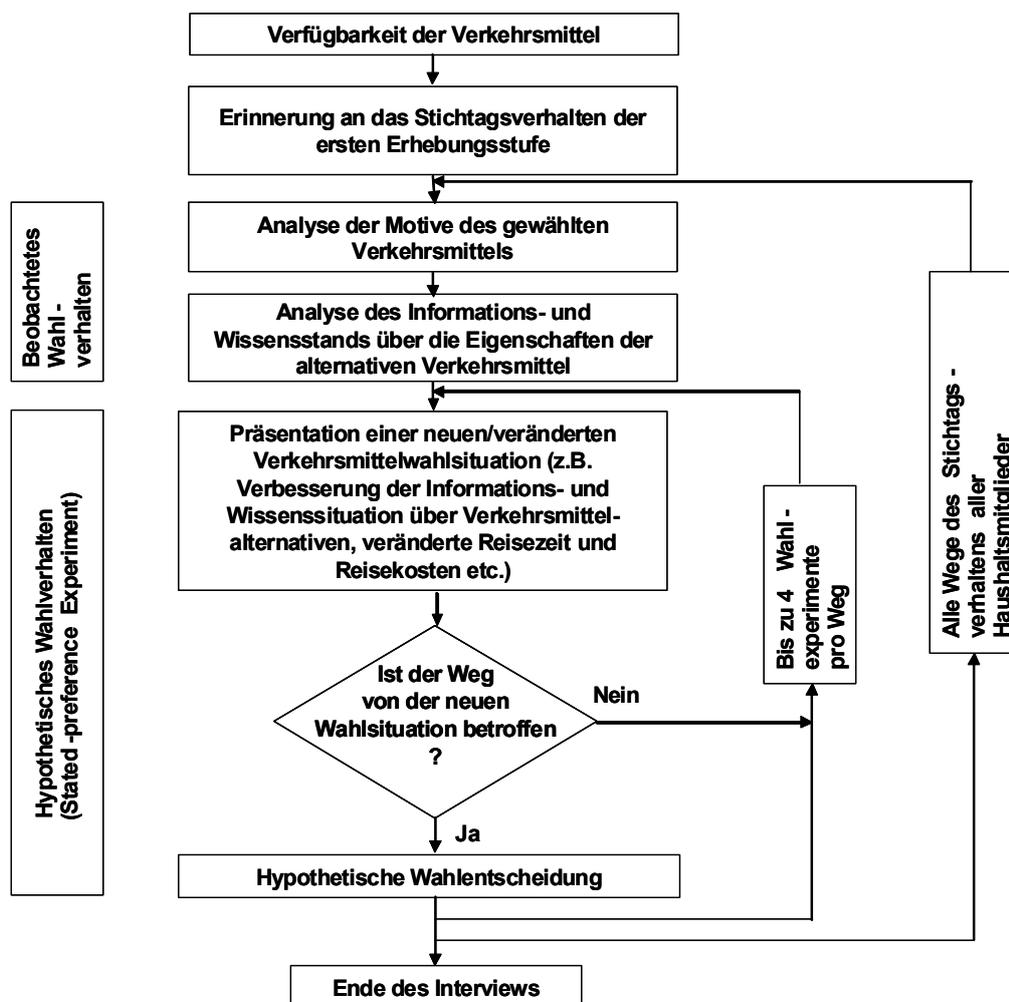


Abbildung 2: Ablauf des vertieften Interviews (Sammer, Gruber, Röschel, Herry, & Schöberl, 2004)

Qualität der Kenntnis und des Informationsstandes von Verkehrsteilnehmern

In Abb. 3 und 4 ist das Ergebnis der Qualitätsmessung bezüglich des Informations- und Wissensstandes über die Verkehrsmitelegenschaften dargestellt. Diese Ergebnisse beziehen sich auf die in Abschnitt 4 dokumentierte Stichprobe. Es zeigt sich plausibler Weise, dass der Wissens- und Informationsstand für das benutzte Verkehrsmittel deutlich besser als für die nicht benutzten alternativen Verkehrsmittel ist. Daher ist bei Verkehrsverhaltensdaten von durchgeführten Verkehrsmittelwahlentscheidungen eine starke Korrelation mit der Wahlwahrscheinlichkeit und natürlich auch mit dem Wegeattribut Wegzeit und Wegekosten vorhanden.

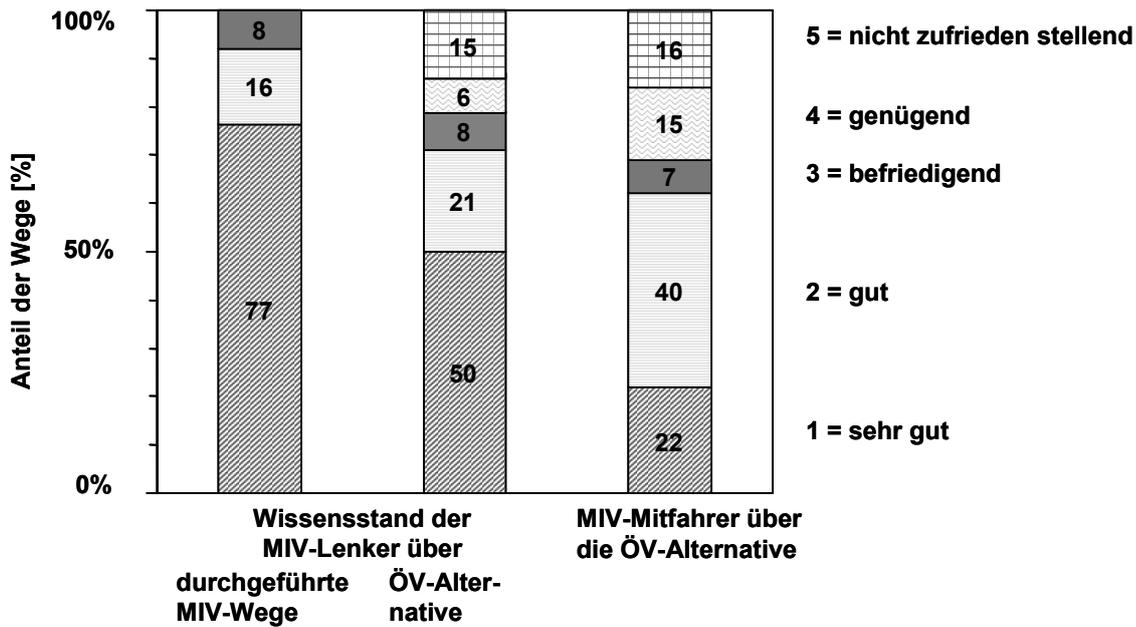


Abbildung 3: Verteilung der Klassen der Variablen des Kenntnis- und Wissensstandes über Wege mit dem benutzen und nicht benutzen alternativen Verkehrsmittel (Stichprobenumfang: 1490 Wege von Pkw-Lenken und 514 Wege von Pkw-Mitfahrern)

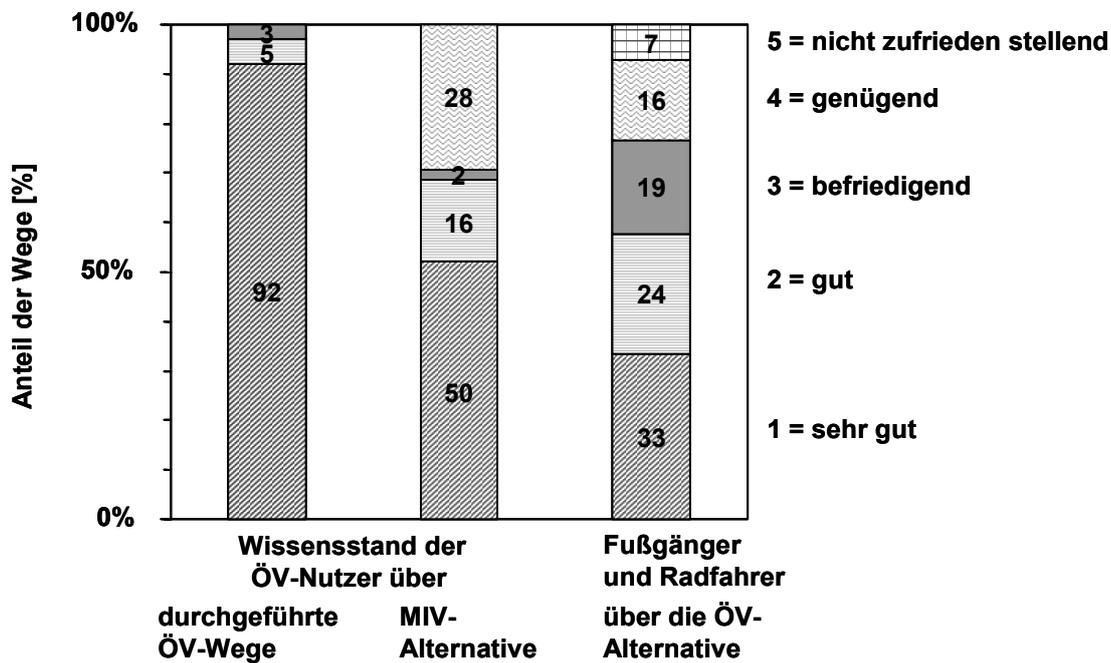


Abbildung 4: Verteilung der Klassen der Variablen des Kenntnis- und Wissensstandes über Wege mit dem benutzen und nicht benutzen alternativen Verkehrsmittel (Stichprobenumfang: 480 ÖV-Wege und 1513 Wege von Fußgängern und Radfahrern)

Stichprobe

Der Stichprobenumfang der ersten Stufe betrug für die vorliegende Untersuchung rund 5000 Haushaltsmitglieder. Die zweite Stufe der Erhebung mit der interaktiven Vertiefungsbefragung betrug 204 Personen. Dafür wurde eine gezielte Stichprobe von Haushalten gezogen, die Wege über 2 km Entfernung beinhalten. Personen unter 12 Jahren wurden nicht in der Stichprobe aufgenommen. Auf eine bestmögliche sozio-demographische Verteilung wurde geachtet. In Tab. 2 ist eine Übersicht über die aus der Verhaltensbefragung gezogene Nettostichprobe. Je beobachteten Weg in der Stichprobe wurden maximal zwei Wahlexperimente („stated-preference Spiele“) durchgeführt, da die Reaktionsmöglichkeit sehr komplex ist und offen beantwortet werden konnte. So wurde eine Überforderung der interviewten Personen vermieden.

Bezugseinheit	Anzahl
Haushalte	127
Personen	204
Beobachtete Wege	730
Wege mit Verkehrsmittelwahlexperiment	960

Tab. 2: Nettostichprobe der interaktiven Vertiefungsbefragung (Sammer et al. 2004)

Analyse der Verkehrsmittelwahlentscheidung

Analyseverfahren

Die Analyse des Verkehrsmittelwahlverhaltens bezieht sich auf den öffentlichen und den motorisierten Individualverkehr (Autoverkehr). Die Analysedaten beinhalten sowohl Daten des beobachteten als auch des hypothetischen Verkehrsverhaltens, welche im Rahmen der vertieften Befragung erhoben wurden. Für die statistische Analyse wird ein Logit-Modell sowie die Software Limdep v8.0 (Green, 2003) verwendet. Um den Einfluss der Kenntnis und des Informationsstandes über die Verkehrsmittelalternativen herauszuarbeiten werden zwei Verkehrsmittelwahlmodelle mit unterschiedlichen Nutzenfunktionen (= generalisierte Kostenfunktion) entwickelt. Das Basismodell enthält die Reisezeit und die Reisekosten als Verkehrsmittelattribute der Wege sowie sozio-demographische Einflussvariable der Verkehrsmittelnutzer (Pkw-Besitz, Zeitkartenbesitz und Geschlecht in Form von Dummy-Variablen sowie das Alter). Zum Vergleich wurde ein zweites Modell in Ansatz gebracht, welches zusätzlich zu den oben genannten Einflussvariablen für jede der zwei Verkehrsmittelalternativen je eine Informationsvariable, sowohl für den motorisierten Individualverkehr, als auch für den öffentlichen Verkehr enthält. Auf diese Art ist der Einfluss des Informations- und Kenntnisstandes der Nutzer analysierbar. In Tab. 3 ist das Ergebnis des Basismodells dokumentiert, in Tab. 4 das mit den Wissens- und Informationsvariablen erweiterten Modell.

Basismodell ohne Berücksichtigung des Kenntnis- und Informationsstandes

Das Basismodell zeigt im Vergleich zu gängigen Verkehrsmittelwahlmodellen ein recht gutes Ergebnis: Die Erklärungsqualität mit $\text{pseudoR}^2=0,55$ ist im Vergleich zu Ergebnissen aus der Literatur als sehr gut zu bezeichnen. Das für diskrete Wahlmodelle häufig angewendete Qualitätsmaß der „Trefferquote der Modellvorhersage“ (Das ist das Verhältnis aus richtig modellierten Wahlexperimenten zu allen Wahlexperimenten) ist mit 81 % als bemerkenswert hoch einzustufen. Mit Ausnahme der Einflussvariablen Geschlecht und Reisekosten mit dem Auto zeigen alle Variable eine sehr hohe Signifikanz. Die geringe Signifikanz dieser Variablen lässt sich erklären: Diese Kosten beschreiben einen Mittelwert aus durchschnittlichen Treibstoffkosten ohne Berücksichtigung der Pkw-Größe und aus dem amtlichen Kilometergeld, das auch Fixkosten beinhaltet. Die Reisekosten des öffentlichen Verkehrs zeigen auch eine relative geringe Signifikanz, was auf die große Anzahl der ÖV-Nutzer mit Zeitkarten zurückzuführen ist, die eher Fixkosten als variable Fahrtkosten repräsentieren. Einen wesentlichen und signifikanten Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl zeigen die Reisezeiten für den Auto- und den öffentlichen Verkehr, der Besitz eines Pkw bzw. einer Zeitkarte für den öffentlichen Verkehr sowie das Alter. Die Vorzeichen der Modellkoeffizienten zeigen ein plausibles Ergebnis.

Anzahl der Beobachtungen (Stichprobenumfang)	960			
Log-Likelihood Funktion	- 292.71			
Pseudo R ²	0.55			
Anzahl von Variablen und Koeffizienten	9			
Verhältnis aus richtig modellierten Wahlexperimenten zu allen Wahlexperimenten	81 %			
Variablen	Einheit	Koeffizient	Std-Abweichung	t-Test
Konstante	-	- 0.374	0.358	- 1.05
Reisezeit Auto	Minuten	- 0.101	0.011	- 8.71
Reisekosten Auto	€	- 0.006	0.012	- 0.52
Autobesitz, Dummy-Variable	-	1.431	0.250	5.73
Geschlecht (männlich = 1, Dummy-Variable)	-	0.213	0.235	0.91
Alter	Jahre	0.036	0.008	4.36
Reisezeit ÖV	Minuten	- 0.053	0.008	- 6.44
Reisekosten ÖV	€	- 0.166	0.063	- 2.61
Besitz einer ÖV- Zeitkarte, Dummy-Variable	-	2.697	0.238	11.36

Tabelle 3: Diskretes Wahlmodell (multinomiales Logitmodell) ohne Berücksichtigung von Variablen des Kenntnis- und Informationsstandes, Maximum-Likelihood-Schätzung

Erweitertes Modell mit Berücksichtigung des Kenntnis- und Informationsstandes

Die Einbeziehung von je einer Variablen, die den Wissens- und Informationsstand der Verkehrsteilnehmer bezüglich der Wahlalternativen des Auto- und des öffentlichen Verkehrs repräsentieren, zeigt ein deutlich verbessertes Verkehrsmittelwahlmodell: Die Erklärungsqua-

lität mit $\text{pseudoR}^2 = 0,71$ ist um 29 % deutlich höher als beim Basismodell mit $\text{R}^2 = 0,55$. Die Trefferquote der Modellvorhersage liegt mit 88 % um 9 % höher als beim Basismodell. Die Einflussstärke der Variablen im erweiterten Modell geht gegenüber dem Basismodell, wie es durch den Rückgang der Koeffizienten angezeigt wird, mit einer Ausnahme, nämlich den Reisekosten mit dem Auto, deutlich zurück. Größenmäßig liegt dieser Rückgang bei der Reisezeit zwischen 11 und 13 %, beim Besitz eines Pkw oder einer Zeitkarte 11 und 16 %, bei den Einflussvariablen von Geschlecht und Alter zwischen 6 und 38 %. Daraus leitet sich ab, dass durch diese relativ starken Veränderungen der Nutzenfunktion der beiden Verkehrsmittel im logistischen Verkehrsmittelwahlmodell auch der abgeleitete „Wert der Zeit“ dadurch stark beeinflusst, bzw. der „Wert der Zeit“, sich reduziert.

Anzahl der Beobachtungen (Stichprobenumfang)	960			
Log-Likelihood Funktion	- 193.30			
Pseudo R^2	0.71			
Anzahl von Variablen und Koeffizienten	11			
Verhältnis aus richtig modellierten Wahlexperimenten zu allen Wahlexperimenten	88 %			
Variablen	Einheit	Koeffizient	Std- Abweichung	t-Test
Konstante	-	6.113	1.832	3.34
Reisezeit Auto	Minuten	- 0.088	0.013	- 6.67
Reisekosten Auto	€	- 0.020	0.018	- 1.16
Variable des Kenntnis- und Informationsstandes Auto	Maßeinheit von 0,0 bis 1,0	10.711	1.929	5.55
Autobesitz, Dummy-Variable	-	1.278	0.312	4.09
Geschlecht (männlich = 1, Dummy-Variable)	-	0.133	0.291	0.46
Alter	Jahre	0.034	0.010	3.36
Reisezeit ÖV	Minuten	- 0.047	0.009	- 5.05
Reisekosten ÖV	€	- 0.155	0.080	- 1.93
Variable des Kenntnis- und Informationsstandes ÖV	Maßeinheit von 0,0 bis 1,0	17.245	3.376	5.11
Besitz einer ÖV-Zeitkarte, Dummy-Variable	-	2.289	0.288	7.94

Tabelle 4: Diskretes Wahlmodell (multinomiales Logitmodell) mit Berücksichtigung von Variablen des Kenntnis- und Informationsstandes, Maximum-Likelihood-Schätzung

Ein Vergleich der Elastizität der Einflussvariablen (bezogen auf die Mittelwerte der einzelnen Variablen) auf die Veränderung der Verkehrsmittelwahlwahrscheinlichkeit des öffentlichen Verkehrs zeigt den dominanten Einfluss der Variablen des Wissens- und Informationsstandes (Tabelle 5). Den weitaus größten Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl weist die Wissens- und Informationsvariable für den öffentlichen Verkehr mit $\varepsilon = 7,7$, für den Autoverkehr mit $\varepsilon = -3,8$, gefolgt von der Reisezeit des Autos mit $\varepsilon = 2,5$ und dem ÖV-Zeitkartenbesitz mit $\varepsilon = 1,8$. Die Fahrtkosten des ÖV haben eine relativ geringe Elastizität.

$Elastizität \ \varepsilon_i = \frac{dP(\ddot{O}V)}{dx_i}$	
P(p.t) Wahrscheinlichkeit für den ÖV	
ε_i Lineare Elastizität in Relation zu den Mittelwerten aller beobachteten Variablen	
x_i Variable der Nutzenfunktion (generalisierten Kostenfunktion)	
Variable x_i	Elastizität ε_i
Reisezeit Auto	2,5
Reisekosten Auto	0,1
Variable des Kenntnis- und Informationsstandes Auto	- 3,8
Autobesitz, Dummy-Variable	-0,1
Reisezeit ÖV	-1,5
Reisekosten ÖV	-0,4
Variable des Kenntnis- und Informationsstandes ÖV	7,7
Besitz einer ÖV-Zeitkarte, Dummy-Variable	1,8

Tabelle 5: Elastizität für eine Wahrscheinlichkeit für den ÖV in Relation zu den Mittelwerten aller beobachteten Variablen

Anwendungsbeispiel für die Verkehrsmittelwahl mit Berücksichtigung des Kenntnis- und Informationsstandes

Die Berücksichtigung der Kenntnis- und Informationseinflussvariablen im Verkehrsmittelwahlmodell ermöglicht eine Potentialabschätzung für die Auswirkung der Informationstechnologien und der Informationsarbeit für den Öffentlichen- und Autoverkehr auf die Verkehrsmittelwahl. Als Fallstudie für diese Fragestellung wurde die Bevölkerung von Österreich ausgewählt, wie sie ihr Verkehrsverhalten für Szenarien einer unterschiedlichen Durchdringung des Verkehrsmarktes mit verkehrstelematischer Informationstechnologie ändert. Im Modell sind die Einflussvariablen des Kenntnis- und Informationsstandes der Verkehrsteilnehmer durch zwei Einflussgrößen bestimmt:

- 1) Der Grad des Kenntnis- und Informationsstandes, wie er durch die Variablen in Kap.3.2 definiert ist (zwischen 5 = sehr gut und 1 = nicht zufrieden stellend);
- 2) Der Grad der Marktdurchdringung der Bevölkerung mit verkehrstelematischen Informationstechnologien zwischen 0 und 100 %.

Die untersuchten Szenarien sind folgendermaßen definiert:

- Szenario A1-maximal erreichbarer Informationsstand für den öffentlichen und Autoverkehr mit voller Durchdringung des Verkehrsmarktes.

Es wird vorausgesetzt, dass alle Verkehrsteilnehmer eine vollständige Information und Kenntnis über beide Alternativen, den öffentlichen Verkehr und den Autover-

kehr, haben. Dieses Szenario zeigt das maximale Potential für die durch volle Information aller Verkehrsteilnehmer erreichbare Verkehrsmittelaufteilung.

- Szenario A2 – maximal erreichbarer Informationsstand für den öffentlichen Verkehr mit voller Marktdurchdringung. Dieses Szenario zeigt das maximale theoretische Potential für eine Zunahme des ÖV-Verkehrsmittelanteils durch Informationsmaßnahmen.
- Szenario A3-maximal erreichbaren Informationsstand für den Autoverkehr mit voller Marktdurchdringung. Dieses Szenario beschreibt das maximale theoretische Potential für eine Zunahme des Anteils des Autoverkehrs durch Informationsmaßnahmen wie zum Beispiel durch ein Navigationssystem, welches dem Autolenker laufend die aktuelle Verkehrssituation vor Antritt der Fahrt zur Verfügung stellt.
- Szenario B – beschränkt erreichbarer Informationsstand und Marktdurchdringung. Bei diesem Szenario wird für die Benützung der Verkehrsmittelalternativen von einem deutlich niedrigerem Informationslevel ausgegangen. Die Marktdurchdringung wird, abgeleitet aus einer aktuellen Befragung (Sammer et al. 2004), mit 41 % für die Autoalternative und 17 % für die ÖV-Alternative, angenommen.

In Tabelle 6 ist das Ergebnis der Auswirkungsprognose der Szenarien mit dem oben entwickelten Verkehrsmittelwahlmodell dokumentiert. Es lässt folgende Interpretation zu:

- Wenn Informationsmaßnahmen im gleichen Ausmaß für den Auto- und öffentlichen Verkehr realisiert werden (Szenario A1 und B, so ist der öffentliche Verkehr der Gewinner, weil er derzeit größere Informationsdefizite aufweist.
- Für ÖV-Informationsmaßnahmen zeigt das theoretische Potentiale eine maximal mögliche Zunahme von + 16 % zu Lasten des Autoverkehrs (Szenario A2). Dies stimmt in der Größenordnung mit tatsächlich realisierten ÖV-Informationskampagnen, die im Gegensatz zum Szenario A2 keine volle Marktdurchdringung erreichen, gut überein.
- Für Informationsmaßnahmen für den Autoverkehr ist dieses maximale Potential mit + 0,6 % viel kleiner (Szenario A3), weil der Informationsstand für den Autoverkehr schon heute viel besser als für den öffentlichen Verkehr, und der Anteil der nicht wahlfreien ÖV-Nutzer sehr hoch ist.
- Die reale Entwicklung, beschrieben durch Szenario B, bringt vor allem eine verbesserte Informationstechnologie für den Autoverkehr auf den Markt. Dies wird zu geringen Steigerungen des Autoverkehrs zu Lasten des öffentlichen Verkehrs führen.

Verkehrsmittel	Ist-Zustand	Szenario			
		A1	A2	A3	B
	Wege in %	Veränderung der Wegeanteile			
Autolenker	100 %	-2,4 %	-3,0 %	+0,6 %	-0,5 %
Automitfahrer	100 %	- 1,6 %	-2,0 %	+0,4 %	-0,3 %
ÖV	100 %	+12,9 %	+16,2 %	-3,3 %	+2,5 %
Wegeanteile (Modal Split)					
Autolenker	66 %	64 %	64 %	67 %	66 %
Automitfahrer	19 %	18 %	18 %	19 %	18 %
ÖV	15 %	18 %	18 %	14 %	16 %
Gesamt	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabelle 6: Veränderung der Wegeanteile als Ergebnis der Auswirkungsprognose für die untersuchten Informationsszenarien für Österreich 2004

Zusammenfassung

Das Ergebnis der Analyse zeigt, dass die Variablen des Informations- und Kenntnisstandes über die Eigenschaften der Verkehrsmittel eine hohe statistische Signifikanz aufweisen und die Verkehrsmittelwahl sehr stark beeinflussen. Grundsätzlich wurde dies auch in anderen Untersuchungen bestätigt (Kribernegg, 2005). Die Verkehrsmittelwahl findet also unter mehr oder weniger unsicherem Informations- und Kenntnistand der Verkehrsteilnehmer statt. Das heißt, dass die Informationsqualität bzw. der Kenntnisstand der Verkehrsteilnehmer über die Verkehrsmiteleigenschaften in der Verkehrsmittelwahl eine große Rolle spielen. Mit Hilfe dieser Variablen ist es möglich, den Einfluss von Informations- und Öffentlichkeitsarbeit sowie von Reiseinformationssystemen auf die Verkehrsmittelwahl in Verkehrsmodelle zu integrieren. Für die praktische Anwendung ist es notwendig, dass eine ausreichende Kenntnis über den Informationsstand der Grundgesamtheit für den Ist-Zustand vorhanden ist und prognostische Annahmen über die Zukunft getroffen werden. Für diese zukünftigen Annahmen sind zwei Dimensionen dieser Variablen zu beachten: der „Informationsstand der betrachteten Zielgruppe“ durch Informationssysteme oder Informationskampagnen und die „Durchdringung des Verkehrsmarktes“ mit diesen Informationskampagnen. Im Rahmen einer Modellanwendung für den österreichischen Verkehrsmarkt wird die Praktikabilität dieser Einflussvariablen nachgewiesen. Das Ergebnis dieser Untersuchung hat für die Anwendung von diskreten Verkehrsmittelwahlmodellen und ihrer generalisierten Kostenfunktion einige Konsequenzen, die nicht vernachlässigt werden sollten:

- Der Einfluss des Informations- und Kenntnisstandes von Verkehrsteilnehmern über Verkehrsmittelalternativen auf das Verkehrsverhalten ist von wesentlicher Bedeutung, so dass er in Form von Variablen in diskreten Wahlmodellen für das Verkehrsverhalten bzw. in der generalisierten Kostenfunktion zur Erhöhung der Erklärungsqualität unbedingt berücksichtigt werden soll.
- Ein Verkehrsmodell, welches den Informations- und Kenntnisstandes von Verkehrsteilnehmern über Verkehrsmittelalternativen in der generalisierten Kostenfunktion be-

inhaltet, ist für die Abbildung der Auswirkungen von Informationsmaßnahmen geeignet.

- Für die Ermittlung des Wertes der Zeit für die Nutzen- Kostenanalyse werden häufig stated-preference Analysen der Verkehrsmittelwahl verwendet. Die Berücksichtigung des Informations- und Wissensstandes als Variable in solchen „stated-preference Analysen“ ist unbedingt zu empfehlen, da sie eine nicht zu vernachlässigende Auswirkung auf den Wert der Zeit haben kann.
- Da bei der Anwendung von „stated-preference Erhebungen“ den Probanden eine mehr oder weniger vollständige Information über die Verkehrsmittelalternativen gegeben wird, ist es notwendig, den Informations- und Kenntnisstand der Probanden mittels geeigneter Variablen abzubilden, damit eine Verzerrung des Ergebnisses vermieden wird (Sammer & R., Level of Knowledge and Awareness about Choice Alternatives – A Missing Link of Stated Response Surveys?, 2008).
- Es besteht ein weiterer Forschungsbedarf, die Messung und Erfassung des Informations- und Wissenstandes als Variable zu durchleuchten und zu verbessern. Insbesondere ist die Identifikation der einzelnen Komponenten dieser Variablen zu vertiefen und eine standardisierte Ermittlung aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit anzustreben.

Danksagung

Die Ergebnisse, auf denen dieser Artikel beruht, sind Teil einer Forschungsarbeit (Sammer et al. 2004), die durch das Forschungsprogramm „Intelligente Infrastruktur“ des Österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Infrastruktur gefördert wurde.

Literaturverzeichnis

Brög, W. (1981). Individuelles Verhalten als Basis verhaltenorientierter Modelle. *Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft, Verkehrsnachfrage-Modelle* (No. B57).

Brög, W., & Erl, E. (1996). Can Daily Mobility be Reduced or Transferred to Other Modes? *Round Table 102, European Conference of Ministers of Transport. Report No. CEMT/RE/TR(96)1*. Economic Research Centre.

Brög, W., & Erl, E. (1981). *Die Anwendung eines Individualverhaltensmodelles unter Berücksichtigung haushaltsbezogener Aktivitätsmuster*. München: Socialdata.

Green, W. (2003). *Software Limdep v 8.0*. New Jersey: Econometrics.

Kribernegg, G. (2005). Inkrementelle Verkehrsnachfragemodellierung mit Verhaltensparametern der Verkehrsmittelwahl im Personenverkehr – gezeigt am

Modellbeispiel Oberösterreich für den Einsatz eines großflächigen Road-Pricing-Systems. *Schriftenreihe der Institute Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft, Straßen- und Verkehrswesen* (Heft Nr. 31), S. Seite 121.

Sammer, G. (2003). Ensuing Quality in Stated Response Surveys. *Transport Survey Quality and Innovation*, edited by P. Stopher and P. Jones. S. 365 – 375.

Sammer, G., & R., H. (2008). Level of Knowledge and Awareness about Choice Alternatives – A Missing Link of Stated Response Surveys? *A Hypothesis; Conference paper, Session B3, Evolving Behaviour in the Context of Interest in Environment Sustainability, Proceedings, 8th International Conference on Survey Methods in Transport: Harmonisation and Data Comparability*. Annecy, France.

Sammer, G., Gruber, C., Röschel, G., Herry, M., & Schöberl, M. (2004). *OPTI-INFO Optimierung von Verkehrs- und Reiseinformations-Systemen zur Veränderung des Verkehrsverhaltens*. Forschungsbericht des Forschungsprojektes, das durch das Programm „Intelligente Infrastruktur“ des Österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Infrastruktur gefördert wurde, Wien.

Dirk Vallée
Lehrstuhl und Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr
RWTH Aachen University

Handlungsfelder und -erfordernisse für die Regional- planung im Zeichen des demografischen Wandels

Einleitung

Der Demografische Wandel ist neben dem Klimawandel, der Globalisierung und der Sicherung der Mobilität eine der zentralen Herausforderungen der Zeit. Er äußert sich zum einen in einer spürbaren Veränderung der Altersstruktur der Bevölkerung und zum anderen in einer rückläufigen Bevölkerungszahl. Während der erstgenannte Aspekt insbesondere Auswirkungen auf die Art und Menge der Nachfrage nach sozialen Infrastruktureinrichtungen hat (BMVBS 2006), führt eine rückläufige Bevölkerungszahl zu einem Absinken des Nachfrageniveaus insgesamt, was häufig eine Anpassung der Infrastruktur nach sich zieht. Insofern stellt er eine zentrale Herausforderung insbesondere für die Regionalplanung als überörtlicher und überfachlicher Disziplin dar, deren Handlungsfelder und -möglichkeiten im Folgenden dargestellt werden sollen.

Ausprägung und Wirkung im regionalen Kontext

Die Regionalplanung hat als überörtliche und überfachliche Disziplin insbesondere die Nachhaltigkeit im Blick. Dieses bedeutet die Wahrung der sozialen Gerechtigkeit, die Bewahrung der ökologischen Basisfunktionen sowie die Schaffung ökonomischer Entwicklungsspielräume. Infolge der langfristigen Wirkung von Maßnahmen und Entscheidungen der Regionalplanung kommt der intergenerativen Gerechtigkeit und der Berücksichtigung langfristiger Entwicklungen und Folgen dabei eine besondere Rolle zu.

Regionalplanung sorgt durch die Freihaltung von Natur- und Landschaftsräumen, die Sicherung und Vorhaltung von Siedlungsflächen für Wohnen und Gewerbe sowie die Sicherung von Trassen und Standorten für Infrastruktureinrichtungen für die Disposition räumlicher Entwicklungsmöglichkeiten. Dabei kommt unter dem Aspekt des demografischen Wandels insbesondere der Sicherung der Daseinsvorsorge eine besondere Bedeutung zu. Sowohl bei einer alternden Bevölkerung als auch erst recht bei schrumpfenden Bevölkerungszahlen spielen die ökonomisch leistbare Vorhaltung und Erreichbarkeit von Infrastruktureinrichtungen eine wichtige Rolle. Das bedeutet aber auch, dass vor allem die Frage der Ausdehnung von Siedlungsflächen und damit eng verbunden auch der Infrastruktureinrichtungen im Zeichen stagnierender oder gar sinkender Bevölkerungs- und damit Nutzerzahlen einer besonders sorgfältigen Durchleuchtung bedarf.

Rückläufige Nutzerzahlen sind vor allem bei den technischen Infrastruktureinrichtungen, insbesondere den Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsnetzen häufig sehr problematisch, weil eine nachträgliche Neudimensionierung aufwändige Umbauten erfordert. Dieses gilt, wenn auch in anderer Ausprägung, auch für die Abfallentsorgungsinfrastrukturen sowie die Energieerzeugung, was allerdings infolge der weitläufigeren Einzugsbereiche und der einfacheren Transportmöglichkeiten mindestens teilweise kompensiert werden kann. Bezüglich der Verkehrsinfrastruktur sind insbesondere die Erforderlichkeit von Neu- und Ausbaumaßnahmen sowie die langfristige Finanzierbarkeit zu betrachten.

Für eine vertiefende Betrachtung ist zunächst festzustellen, dass die Teilräume der Bundesrepublik Deutschland in sehr unterschiedlichem Maße betroffen sein werden. Abbildung 1 zeigt auf der Basis der Bevölkerungsvorausrechnung des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung aus dem Jahr 2005, dass insbesondere die dünn besiedelten Bereiche der Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen, Thüringen, aber auch die dünner besiedelten nördlichen Bereiche Hessens, die südöstlichen Bereiche Nordrhein-Westfalens und das Saarland von Bevölkerungsrückgängen betroffen sein werden. Dabei ist auch festzustellen, dass die Phänomene Wachstum und Schrumpfung zwar großräumig in Schwerpunktbereiche unterteilt werden können (Schrumpfung im Nordosten, Osten sowie in der Mitte, Wachstum im Nordwesten sowie in der Mitte und im Süden), allerdings treten Wachstum und Schrumpfung häufig auch in unmittelbarer räumlicher Nähe zueinander auf, was kleinräumige Analysen und Untersuchungen unbedingte erforderlich macht und eine Generalisierung von Aussagen zu den detaillierten Konsequenzen auf der regionalplanerischen Ebene erschwert.

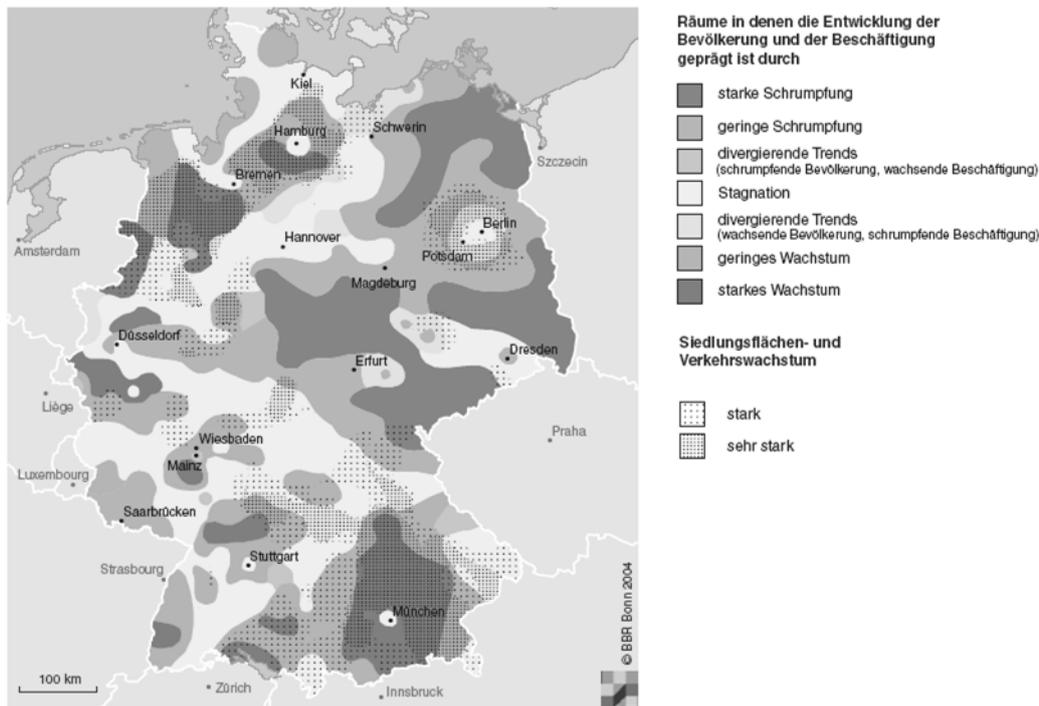


Abbildung 1: Bevölkerungsentwicklung in Deutschland (Quelle: BBR 2005).

Aus Sicht der Infrastruktur liegt die Problematik der Schrumpfungprozesse vor allem in der Entdichtung, d.h. in der rückläufigen Zahl der Nutzerinnen und Nutzer je Einheit (Freundenberg & Koziol, 2003); Gutsche 2006; (Koziol, 2004)). Derartige Schrumpfungprozesse haben vor allem in den östlichen Bundesländern z.T. erhebliche Ausmaße. So hat z.B. die Einwohnerzahl in der Stadt Halle an der Saale zwischen 1995 und 2005 von knapp 290.000 auf rund 237.000 Personen abgenommen. Dieser Rückgang um fast 20% ist zum einen durch einen Sterbeüberschuss und gleichzeitig durch einen Wanderungsverlust eingetreten. Tabelle 1 zeigt die Entwicklung für die Stadt Halle im Einzelnen. Auch wenn es sich in diesem Beispiel zunächst um ein städtisches Beispiel handelt, kann es doch als repräsentativ für eine Vielzahl ähnlicher Beispiele nicht nur in den östlichen Bundesländern sowohl in Großstädten als auch Klein- und Mittelstädten und ganzen Regionen angesehen werden. Weil Kernstädte und ihr Umland heute regelmäßig eng verflochten sind, ist die Problematik schrumpfender Kernstädte nicht nur für diese relevant sondern auch und gerade für ihr Umland, denn die Kernstädte stellen regelmäßig wichtige Infrastrukturen (Bildungseinrichtungen wie Hochschulen oder Schulen, kulturelle Einrichtungen wie Theater bzw. Museen und Einrichtungen der Gesundheitsvorsorge wie Schwerpunktkrankenhäuser) bereit, die auch zur Attraktivität des Umlandes beitragen und ohne die eine Versorgung im Umland nicht gewährleistet werden könnte.

Jahr	EW 01.01.	Geburten	Sterbefälle	Nat. Saldo	Zuzüge	Fortzüge	Saldo Wan- derung	Saldo Gesamt
1995	289.909	1.574	3.145	-1.571	8.476	14.434	-5.958	-7.560
1996	282.349	1.839	3.046	-1.207	9.817	15.304	-5.487	-6.745
1997	275.604	1.821	2.785	-964	9.913	16.688	-6.775	-7.828
1998	267.776	1.892	2.965	-1.073	11.032	17.654	-6.622	-7.851
1999	259.925	1.993	2.728	-735	10.198	16.564	-6.366	-6.701
2000	253.224	2.000	2.688	-688	9.705	15.450	-5.745	-6.774
2001	246.450	1.923	2.537	-614	10.314	14.361	-4.047	-4.740
2002	241.710	1.959	2.803	-844	10.863	13.818	-2.955	-3.759
2003	237.951	1.906	2.687	-722	13.671	12.697	974	127
2004	238.078	2.034	2.640	-606	12.368	12.753	-385	-985
2005	237.093	2.058	2.834	-776	10.144	10.296	-152	-1.134
...								
2010	230.000			ca. -1500			Reduktion auf 0	
2015	223.000			p.a.			Ausgleich	
2020	215.000						Ausgleich	
2030	200.000						Ausgleich	

Tabelle 1: Bevölkerungsentwicklung Halle an der Saale (Quelle: Halle 2007 – S. 14, Tab. 3.1).

Bestehen derartige Probleme flächendeckend auf der Ebene ganzer Regionen, ist die Problematik dadurch zusätzlich erschwert, dass die Daseinsvorsorge in der Fläche oft kaum noch aufrecht erhalten werden kann. Tabelle 2 zeigt diese Problematik exemplarisch anhand von Zahlen für die Region Mecklenburgische Seenplatte (Bevölkerungsvorausrechnung in den Kreisen der mecklenburgischen Seenplatte bis 2020, 2005) mit dem Oberzentrum Neubrandenburg als Beispiel für eine Kernstadt mit sehr ländlichem Umland. Auch hier sind deutliche Bevölkerungsrückgänge von bis zu 30% in den nächsten Jahren zu erwarten.

	2002	2010	2020	% von 2002
Kreis Demmin	91.216	78.548	63.308	69,4
Kreis Mecklenburg-Strelitz	86.397	80.585	68.881	79,7
Kreis Müritz	69.175	66.166	60.068	86,8
Stadt Neubrandenburg	70.241	58.951	53.378	76,0

Tabelle 2: Bevölkerungsentwicklung in der Region Mecklenburgische Seenplatte (Quelle: Regionaler Planungsverband Mecklenburgische Seenplatte, 2005).

Derart deutliche Bevölkerungsrückgänge in so kurzer Zeit haben neben den weiter unten für die Region Stuttgart beschriebenen Wirkungen auf die soziale Infrastruktur wegen ihres großen Ausmaßes auch deutliche Auswirkungen auf die technische und vor allem leitungsgebundene Infrastruktur. In erster Linie ergeben sich durch die starken Rückgänge der Einwohner- und in ähnlichem Maße auch Haushaltezahl Wohnungsleerstände, die zu einer Perforierung des Siedlungsbestandes führen.

Das größte Problem in dem Zusammenhang ist, dass die Perforierung ungeplant und ungesteuert stattfindet, so dass eine Unterauslastung der technischen Infrastruktur entsteht, die vor allem für die Trinkwasserversorgung, aber auch die Abwasserentsorgung aus gesundheitlichen Aspekten als kritisch einzustufen ist. Verringerte Abnahmemengen führen zu verringerten Fließgeschwindigkeiten und längeren Aufenthaltsdauern des Wassers mit der Gefahr der Keimbildung, geringere Abwassermengen führen zu geringeren Abflüssen und zu niedrigen Fließgeschwindigkeiten bzw. nicht ausreichenden Schlepkräften der Restabflüsse, was Ablagerungen, Geruchsbildung und Beeinträchtigungen der Rohre durch Faulungsprozesse entstehen lässt. Auch bei Fern- und Nahwärmenetzen entsteht durch die Perforierung das Problem der reduzierten Abnahme, was insgesamt zu einer Verschlechterung der Effizienz derartiger Systeme führt. Eine Anpassung der technischen und leitungsgebundenen Infrastrukturen durch Reduzierung der Querschnitte erfordert hohe bauliche Aufwendungen und ist zudem aufgrund der häufig in jüngerer Zeit erst durchgeführten Sanierungen ökonomisch höchst problematisch. Auch ist zu berücksichtigen, dass bei Förderung der Sanierung mit öffentlichen Mitteln oft Nutzungsdauern vorgegeben sind, die zu den Rückbaukosten auch Zuschussrückerstattungen hervorrufen können.

Problematisch dabei ist zudem, dass die Schrumpfungsprozesse neben den dargestellten technischen Problemen große wirtschaftliche Herausforderungen für die Kommunen hervorrufen ((Siedentop, 2006a); (Siedentop, Infrastrukturkostenrechnung in der Regionalplanung. Ein Leitfaden zur Abschätzung der Folgekosten alternativer Bevölkerungs- und Siedlungsszenarien für soziale und technische Infrastrukturen, 2006b); (VRS, Neubaugebiete und Demografische Entwicklung – Ermittlung der fiskalisch besten Baulandstrategie für die Kommunen in der Region Stuttgart, 2006b)), denn die Fix- wie auch die Betriebskosten können nicht in dem Maße wie die Nutzerzahlen reduziert werden. Hinzu kommt, dass die Kosten für die technischen Maßnahmen zur Reduzierung des Gefahrenpotenzials wie Spülungen etc. Kosten verursachen, die von der deutlich niedrigeren Zahl von Nutzerinnen und Nutzern zu bezahlen sind. Dieses hat in der Summe zur Folge, dass die Gebühren deutlich steigen, was in Abbildung 2 an einem Rechenbeispiel für die Stadt Neubrandenburg aufgezeigt werden soll. Erkennbar ist, dass bei sonst gleichen Bedingungen (konstanter Verbrauch, konstante Kosten des Versorgers etc.) die Kosten je m³ von 1,30 € auf 1,66 €, also um 27,7% allein aus einem etwa 20%-igen Rückgang der Zahl der Nachfrager steigen müssen, um die Kosten zu decken. Damit entsteht allein aus den Remanenzkosten ein überproportionaler Kostenanstieg, der Veränderungen der Infrastruktur oder technische Maßnahmen wie spülen etc. zur Aufrechterhaltung der hygienischen Verhältnisse noch nicht berücksichtigen. Hinzu kommt auch, dass eine ähnliche Berechnung für die Abwassersituation anzustellen ist, so

dass die absolute Zusatzbelastung für die Nutzerinnen und Nutzer auch dadurch steigen wird. Insgesamt muss konstatiert werden, dass die Entdichtung von Siedlungsstrukturen ein großes Problem für alle Infrastrukturbereiche darstellt (ARL, 2008).

Beispiel zur Remanenzkostenproblematik bei der Wasserversorgung (eigene Berechnungen):

Annahmen:	Bevölkerung:	2003: 70.241 EW 2020: 55.000 EW
	Wasserverbrauch:	130l pro Person und Jahr entspricht $47,5m^3$ pro Person und Jahr
	Frischwasserpreis:	$1,30 \text{ €/}m^3$ führt zur Kostendeckung bei Versorger
Ausgangssituation:	$47,5m^3 * 70.241 \text{ EW} * 1,30 \text{ €/}m^3 = 4.337.381\text{€}$ pro Jahr	
Planjahr 2020:	$4.337.381\text{€}/(47,5m^3 * 55.000 \text{ EW}) = 1,66 \text{ €} / m^3$	

Sind auch Wachstumsregionen betroffen?

Eine Vielzahl von Regionen insb. in West- und Süddeutschland rechnet sich heute noch zu den Wachstumsregionen, z.B. München, Stuttgart, Hamburg oder Frankfurt am Main. Aber auch hier sind die Konsequenzen des demografischen Wandels nicht zu unterschätzen. Zwar treten die Entdichtungsprozesse hier nicht so drastisch auf wie in den gezeigten Beispielen aus Halle (Saale) oder Neubrandenburg, aber die Wirkungen im Einzelnen erfordern eine differenzierte Betrachtung und die Entwicklung entsprechender Anpassungsstrategien. Als Beispiel für eine Wachstumsregion soll dieses für die Region Stuttgart verdeutlicht werden, bevor allgemeine Schlüsse daraus auch für Wachstumsregionen gezogen werden.

Nach den Prognosen des PESTEL-Instituts und des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg auf der Basis der 11. Koordinierten Bevölkerungsvorausrechnung für die Bundesrepublik aus dem Jahr 2007 (VRS, Perspektiven 2025, Modellrechnungen zur Zukunft von Leben, Wohnen und Arbeiten in der Region Stuttgart bis 2025 (PESTEL-Studie), 2006a); www.statistik-bw.de) wird die Bevölkerung in der Region Stuttgart von 2,664 Mio. Einwohner im Jahr 2005 um rund 28.000 Menschen auf etwa 2,636 Millionen im Jahr 2025 leicht zurückgehen. Dabei basiert die Prognose des PESTEL-Instituts entgegen anderer Prognosenansätze (Vallée, 2009) auf einem Zusammenhang zwischen Wanderungen und dem regionalen Arbeitskräftepotenzial. Bereits seit dem Jahr 2006 liegt die Zahl der Sterbefälle in der Region Stuttgart über der der Geburten, so dass die Bevölkerungszahl aus sich heraus nicht mehr wächst. Hinzu kommt aufgrund der niedrigen Geburtenrate ein starker Alterungsprozess.

Nach den vorliegenden Berechnungen für die Region Stuttgart führen die geringen Geburtenraten und die fortschreitende Alterung zu einer gravierenden Verschiebung der Lebensabschnittsphasen (siehe Abbildung 3), und damit zu Veränderungen der Nachfrageranteile von (nicht nur kommunalen) Dienstleistungs- und Versorgungsstrukturen. Dieses beginnt bei den Betreuungs- und Bildungs-, Freizeit- und Beförderungsangeboten für Jugendliche unter 19 Jahren, deren Anteil an der Gesamtbevölkerung sich bis 2025 von 20% auf 16% verringern

wird (unter 6 Jahren -1%, 6 bis 18 Jahre -3%). Auch der Anteil der 19- bis 64-Jährigen wird von 62% auf 60% sinken. Spürbare Auswirkungen sind hier insbesondere im zurückgehenden und älter werdenden Arbeitskräfteangebot sowie in einer rückläufigen Nachfrage nach Beförderungsleistungen des ÖPNV zu erwarten. Derartige Auswirkungen bleiben in einer stark verflochtenen Region nicht auf eine Kommune beschränkt. In der Region Stuttgart sind z.B. von den rund 1,2 Mio. sozialversicherungspflichtig Beschäftigten knapp 800.000 Pendler. Dieses hat zur Folge, dass sich nicht nur die Verkehrsströme, sondern auch die Nachfrage nach Arbeitsplätzen, nach Einrichtungen der sozialen und der kulturellen Infrastruktur, aber auch nach Einkaufs-, Versorgungs- und Freizeitmöglichkeiten nicht auf einzelne Kommunen bezieht, sondern im regionalen Kontext zu betrachten ist. Damit sind aber die Standortentscheidungen für die Infrastruktureinrichtungen und auch für die Verkehrswege und -mittel ebenfalls auf der regionalen Ebene zu treffen, planerisch zu flankieren und zu koordinieren, um aus wohlfahrtökonomischer Sicht zu einem Optimum zu kommen und nicht in ökonomisch wie planerisch suboptimalen Einzelentscheidungen zu verharren. Eine Quantifizierung von Einzelwirkungen und Wechselwirkungen ist derzeit Gegenstand mehrerer Forschungsvorhaben im Kontext des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierten Programms REFINA (www.refina-info.de), und wird insbesondere in dem am Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr der RWTH Aachen University durchgeführten Vorhaben „Regionales Portfoliomanagement“ (www.isb.rwth-aachen.de/projekte und www.rpm.rwth-aachen.de) durchleuchtet.

Die Veränderung der Bevölkerung in der Region Stuttgart bedeutet in absoluten Zahlen ausgedrückt, dass die Anzahl der Kleinstkinder unter 6 Jahren von rund 152.000 auf etwa 130.000, also um 20.000 sinken wird. Das bedeutet bei einer durchschnittlichen Gruppengröße in Kindergärten von 20 Kindern eine Reduzierung der Anzahl der Gruppen um rund 500 Gruppen, wenn man davon ausgeht, dass alle Kinder über 3 Jahre in Kindergärten betreut werden. Bei den schulpflichtigen Kindern zwischen dem 7. und 18. Lebensjahr wird sich die Anzahl von 369.000 auf 292.000, also um rund 77.000 reduzieren. Das bedeutet bei einer durchschnittlichen Klassengröße von 25 Kindern eine Reduzierung der Anzahl der Schulklassen um etwa 3000 Schulklassen. Hinzu kommt, dass sich die Übergangsquoten von der Grundschule zu den weiterführenden Schulen deutlich zu Lasten der Hauptschulen und zugunsten der Gymnasien verschieben, so dass insbesondere die nach Zahl und räumlicher Verteilung für die schulische Grundversorgung vorhandenen Hauptschulen massiv unter Druck geraten.

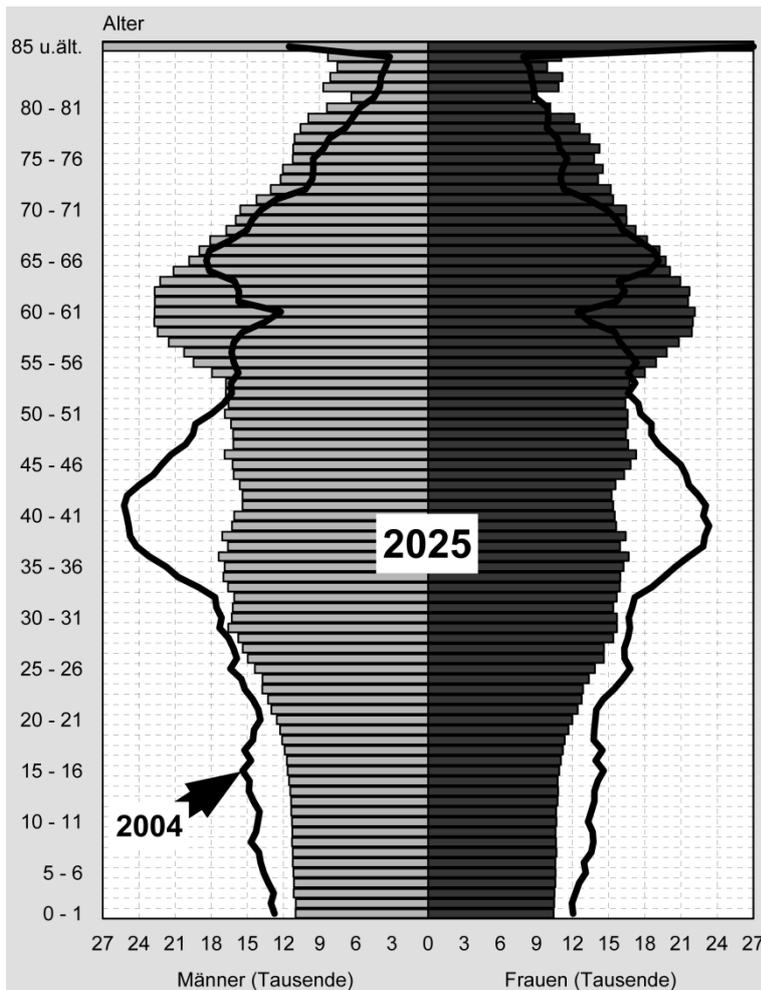


Abbildung 3: Altersstruktur der Bevölkerung in der Region Stuttgart 2004 und 2025 (Quelle: VRS 2006)

Des Weiteren ist festzuhalten, dass sich auch beim zukünftigen Wohnungsbedarf deutliche Veränderungen ergeben werden. Erfahrungsgemäß geschieht die Phase der Familiengründung nach Abschluss der Ausbildung im Alter von etwa 25 bis 35 Jahren. Diese Altersgruppe war in den zurückliegenden Jahren sehr stark besetzt, da die Geburtsjahrgänge 1960 bis 1970 diesen Lebensabschnitt durchliefen (Baby-Boomer). In Zukunft werden diese Altersklassen als Folge des sog. Pillenkicks etwa 1/3 geringer besetzt sein, so dass eine deutlich geringere Nachfrage nach neuem Wohnraum zu erwarten ist. Die durchweg zu beobachtende Verkleinerung der Haushalte betrifft die technische Infrastruktur insofern, als dass weniger Nachfrager zu erwarten sind. Allerdings sind die Nachfragerückgänge auch hier nicht so deutlich wie in den Schrumpfsregionen, so dass die Anpassungserfordernisse überschaubar bleiben.

Aufgrund der fortschreitenden Versingelung wird die Zahl der Privathaushalte nach der genannten Studie um etwa 70.000 Wohneinheiten bzw. 5,8 Prozent auf 1,3 Millionen im Jahr 2025 steigen. Daraus ergibt sich, unter der Prämisse, dass jedem Haushalt eine Wohneinheit zur Verfügung stehen soll, ein zusätzlicher Wohnungsbedarf in etwa gleicher Größenordnung. Sofern dieser Wohnungsbedarf nicht im Bestand, d.h. auf bereits erschlossenen Grundstücken, gedeckt werden kann, sind Neubauf Flächen und damit zusätzliche Infrastruk-

tureinrichtungen erforderlich. Eine Untersuchung zu Bauflächenpotenzialen im Bestand in der Region Stuttgart (VRS, 2005) hat ergeben, dass rund 1200 ha Bauflächen für den Wohnungsbau im Bestand verfügbar sind. Bei einer Dichte von rund 30 Wohneinheiten je ha bedeutet das, dass die verfügbaren Flächen für etwa die Hälfte des zusätzlichen Wohnungsbedarfs reichen werden, was wiederum zur Folge hat, dass neue Bauflächen in einer Größenordnung von rund 1200 ha erforderlich sind, um den Wohnungsbedarf auch bei gleich bleibender Bevölkerungszahl zu decken. Diese neuen Bauflächen müssen erschlossen und mit den Einrichtungen der technischen Infrastruktur versorgt werden, so dass hier ein Zusatzbedarf entsteht. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass auch in großem Maße Wohnungen im Bestand frei werden, so dass der tatsächliche Neubaubedarf geringer ist und deutliche Potenziale zur Einsparung zusätzlicher Infrastruktur eröffnet werden.

Eine Erweiterung der technischen Infrastruktur bei gleichbleibender Bevölkerungszahl (und erst recht bei rückläufiger Bevölkerungszahl) bedeutet aber, dass die bestehenden und die zusätzlichen Kosten von einer nicht wachsenden Bevölkerungszahl zu übernehmen sind. Es findet also eine Entdichtung statt, und zwar sowohl im Bestand als auch in der Fläche. Dieses führt zwangsläufig zu steigenden Pro-Kopf-Kosten für Bau, Betrieb, Unterhaltung und Buchwert der technischen Infrastruktur bis hin zu der Problematik sogenannter Remanenzkosten. Diesem kann einfach und effizient durch eine Konzentration zukünftiger Siedlungspotenziale an vorhandenen Infrastruktureinrichtungen begegnet werden, wie dieses im Regionalplan-Entwurf 2008 für die Region Stuttgart aufgezeigt ist (VRS, Regionalplan 2020, Entwurf für die Fortschreibung des Regionalplans für die Region Stuttgart, 2008)).

Fazit

Der demografische Wandel führt vor allem in Kombination mit Abwanderungen zu drastischen Nachfragerückgängen im Bereich der technischen Infrastruktur, die Anpassungen unbedingt erforderlich machen. Angesichts regelmäßig starker Verflechtungen zwischen Kernstädten und ihrem Umland, sinkender Nachfragerzahlen und der Notwendigkeit, Mindestdichten für eine gesamtwirtschaftlich sinnvolle Vorhaltung der Infrastruktur zu sichern, ist es erforderlich, die Folgen und die planerischen Entscheidungen auf der regionalen Ebene zu treffen. Nachträgliche finanzielle Umverteilungen zugunsten schwacher Kernstädte können die Dynamik der Kostensteigerungen nicht abfangen und auch keine zukunftsweisenden, nachhaltigen und gerechten Lösungen darstellen. Insofern muss die Siedlungsentwicklung zur Sicherung der Wohlfahrt stärker als bisher an der vorhandenen Infrastruktur konzentriert werden. Dieses gilt auch für Regionen mit stabilen oder noch wachsenden Einwohnerzahlen, weil auch dort infolge der niedrigen Geburtenraten ein Bevölkerungsrückgang nur durch Wanderungsgewinne kompensiert werden kann. Deren Intensität ist sehr stark von der wirtschaftlichen Dynamik und dem Arbeitsplatz(über)angebot abhängig, was zur Konsequenz hat, dass eine starke Abhängigkeit von exogenen Faktoren besteht und damit keine stabile endogene Perspektive besteht.

Aufgrund ihrer hohen Kosten und Kapitalbindung sowie ihrer langen Lebensdauer ist insbesondere bei der technischen Infrastruktur ein hohes Maß an Planungssicherheit für die Dimensionierung und den Betrieb erforderlich. Infolge der dargestellten Entwicklungen treten massive Veränderungen der Rahmenbedingungen ein, die die Planungssicherheit spürbar einschränken und fundierte Szenarienbetrachtungen erfordern (Zumkeller & Vallée, 2006), und zwar sowohl für Neubauten und Erweiterungen als auch für Unterhaltungsstrategien auf der überörtlichen Ebene.

Auf die Regionalplanung als querschnittsorientierter Planungsdisziplin kommen vor diesem Hintergrund im Hinblick auf die Gewährleistung der Daseinsvorsorge und gleichwertiger Lebensbedingungen neue Herausforderungen und Steuerungsaufgaben zu. Als eine zentrale Strategie zur Bewältigung dieser Herausforderungen ist eine konsequente Steuerung der Siedlungsentwicklung mittels Entwicklungsachsen und Zentraler Orte mit Konzentration an den vorhandenen Infrastruktureinrichtungen bis hin zur Festlegung von Siedlungsflächenkontingenten anzusehen. Damit tritt ein grundlegender Paradigmenwechsel weg von der Philosophie „Infrastruktur folgt Siedlung“ hin zu der Grundidee „Siedlung an die vorhandene Infrastruktur“ ein. Zudem kann durch die Flächenfreihaltung mittels der regionalplanerischen Instrumente „Grünzüge“ oder „Vorranggebiete“ auch vorbeugend den Herausforderungen aus dem Klimawandel im Sinne einer Risikominimierung begegnet werden. Damit erhält die Raumplanung die Chance, in der heute oft von Liberalisierung und ökonomischen Argumenten geprägten Diskussion einen eigenen Beitrag zu formulieren und eine zeitgemäße Argumentation zu liefern.

Um dafür Akzeptanz zu gewinnen, muss sich die Raumplanung allerdings auch von einer rein festsetzenden Planung immer mehr hin zu einem Regionalmanagement und einer Regionalentwicklung wandeln. In diesem Zuge sind neben den rein planerischen Aussagen auch Kenntnisse über Wirkungszusammenhänge, Kosten, Standorteignungen und Informationen sowie über die soziale und Versorgungsinfrastruktur, deren Standorte und Auslastung erforderlich. So können sich Regionen im globalen Standortwettbewerb erfolgreich aufzustellen. Allerdings ist dafür eine zentrale Anforderung, die Bürgerinnen und Bürger in die Diskussions- und Entscheidungsprozesse einzubeziehen und diese mit den gewählten Konzepten zu erreichen, um die Akzeptanz zu steigern und die Umsetzung zu erleichtern.

Literaturverzeichnis

- ARL. (Juni 2008). Aus der Kostenfalle hin zu mehr Kostenwahrheit – Kosten und Folgekosten von Siedlung und Infrastrukturen. *Positionspapier 76 der Akademie für Raumforschung und Landesplanung*.
- Freudenberg, D., & Koziol, M. (2003). *Anpassung der technischen Infrastruktur beim Stadtumbau – Arbeitshilfe*. Institut für Stadtentwicklung und Wohnen, Fachbeiträge zu Stadtentwicklung und Wohnen im Land Brandenburg, Frankfurt / Oder.
- Koziol, M. (2004). Folgen des demografischen Wandels für die kommunale Infrastruktur. *Deutsche Zeitschrift für Kommunalwissenschaften* (Heft 2004/1).
- Regionaler Planungsverband Mecklenburgische Seenplatte. (2005). Von www.region-seenplatte.de abgerufen
- Siedentop. (2006b). Infrastrukturkostenrechnung in der Regionalplanung. Ein Leitfaden zur Abschätzung der Folgekosten alternativer Bevölkerungs- und Siedlungsszenarien für soziale und technische Infrastrukturen. *Werkstatt Praxis*, Nr. 43. (S. Siedentop, G. Schiller, & J.-M. Gutsche, Hrsg.) Bonn.
- Siedentop. (2006a). Siedlungsentwicklung und Infrastrukturfolgekosten. Bilanzierung und Strategieentwicklung. *BBR-online-Publikationen*, Nr. 03/2006. (S. Siedentop, G. Schiller, G. J.-M., M. Koziol, & J. Walther, Hrsg.) Bonn.
- Vallée, D. (2009). Anforderungen an die Ausbildung von Studierenden der Stadt-, Regional- und Verkehrsplanung aus Demografie und Klimawandel. *Schriftenreihe Stadt-Region-Land* (Heft 86).
- VRS. (November 2005). Nachhaltiges Regionales Siedlungsflächenmanagement in der Region Stuttgart. *Schriftenreihe des Verband Region Stuttgart* (Nr. 23).
- VRS. (November 2006b). Neubaugebiete und Demografische Entwicklung – Ermittlung der fiskalisch besten Baulandstrategie für die Kommunen in der Region Stuttgart. *Schriftenreihe des Verband Region Stuttgart* (Nr. 25).
- VRS. (2006a). Perspektiven 2025, Modellrechnungen zur Zukunft von Leben, Wohnen und Arbeiten in der Region Stuttgart bis 2025 (PESTEL-Studie). *Schriftenreihe* (Nr. 24).
- VRS. (2008). *Regionalplan 2020, Entwurf für die Fortschreibung des Regionalplans für die Region Stuttgart*. Verband Region Stuttgart.
- Zumkeller, D., & Vallée, D. (November 2006). Die Zukunft wird unzuverlässiger – Renaissance der Planung angesichts des demographischen Wandels? *Straßenverkehrstechnik* (Heft 11/2006).

Uwe Kunert
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin

Die Rolle der bundesweiten Mobilitätshebungen im Datenbedarf für die Verkehrsforschung und Gedanken zu einer institutionellen Stärkung

Vorbemerkung

Durch das wissenschaftliche Schaffen von Prof. Dirk Zumkeller ziehen sich einige rote Fäden inhaltlicher und methodischer Natur, die auf ein Spannungsfeld zwischen Erkenntnisgewinn und Datenbedarf für die Verkehrsforschung hinweisen. Immer wieder ging es in Zumkellers Arbeiten um aktuelle empirische Forschungsfragen, die geeignete Daten erfordern. Diese Forschungsaufgaben waren z.B. in den siebziger Jahren die „Simulation der Auswirkungen einer Energieverknappung“ mittels der "Anwendung maßnahmeempfindlicher Prognosemethoden“ (Zumkeller & Poeck, Anwendung einer maßnahmeempfindlichen Prognosemethode am Beispiel des Großraums Nürnberg, 1976), (Zumkeller & Mentz, 1977). Zur Verbesserung der Datengrundlagen beziehungsweise der effizienteren Datenproduktion trug Zumkeller mehrmals bei (Zumkeller, Reduzierung des Erhebungsaufwandes durch Anwendung verhaltensorientierter Verkehrsmodelle, 1976), nicht zuletzt mit der Beteiligung an der KONTIV 1982 (Zumkeller, Brög, Herry, & Schwertner, 1984). Besonders hervorzuheben ist sein Engagement zur Entwicklung, Umsetzung, Pflege und Auswertung der Panelmethode als innovative Ergänzung der großen Querschnittsbefragungen zur laufenden Beobachtung der Nachfrage im Personenverkehr (Zumkeller, Blechinger, Chlond, Seitz, Axhausen, & van Maanen, 1994), (IfV, 2000). Auch zu den methodischen Fragen von Selektivität und Nonresponse, die bei Quer- und Längsschnittbefragungen Ein-

fluss auf die Datenqualität haben, haben Zumkeller und sein Team wichtige Beiträge geleistet (Kuhnimhof, Chlond, & Zumkeller, 2006).

Dieser Artikel bietet einen kurzen Überblick zur Geschichte der Mobilitätshebungen, unterstreicht ihre Bedeutung im Spektrum des Informationsbedarfes für die Forschung und Politikberatung und macht einen Vorschlag zur institutionellen Stärkung der Verkehrsstatistik.

Einleitung

Sich stetig wandelnde gesellschaftliche und wirtschaftliche Verhältnisse haben Auswirkungen auf alle Politikbereiche und natürlich auf das Verkehrssystem. In der Privatsphäre verändern und vervielfältigen sich die Präferenzen und Lebensstile der Bürger. Im Wirtschaftsleben werden neue Arbeitsformen und -zeiten praktiziert, die Unternehmen verringern die Fertigungstiefe und strukturieren die Wertschöpfungsketten neu (e-commerce), wodurch ein intensiverer Vorleistungsaustausch stattfindet. Insgesamt kann man von einer zunehmenden Ausdifferenzierung vieler Aspekte des gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Lebens ausgehen, die auch in den Dimensionen von Mobilität, Transport und Verkehr nur mit entsprechend sensibleren Mechanismen beobachtet und analysiert werden können.

Auch die von der Politik selbst wesentlich gestalteten Reformen haben Rückwirkungen auf ihre Handlungsmöglichkeiten und -erfordernisse und auf die Informationsbedürfnisse. In der Folge von Liberalisierung und Deregulierung verändern sich – teilweise wie gewollt – die Märkte des Personen- und Güterverkehrs, es treten neue Marktteilnehmer auf, Preise und Qualitäten werden angepasst. Für Deutschland besonders relevant und daher zu analysieren sind zudem die Auswirkungen der europäischen Osterweiterung im Personen- und Güterverkehr.

Im Verkehrssektor selbst ist schon lange von einer Verschiebung der Schwerpunkte bei der Weiterentwicklung des Transportsystems die Rede: Nur noch begrenzter Ausbau der Infrastruktur und Abkehr von einer weitgehenden Angebotspolitik, statt dessen intelligente Nutzung und Bewirtschaftung des vorhandenen Systems. Dieser Ansatz erfährt in den vergangenen Jahren einen Schub durch die Restriktionen der Finanzmittel und durch die erweiterten technischen Möglichkeiten für eine faire Kostenanlastung bei den Nutzern. Auch die geeignete Ausgestaltung intelligenter Nutzung und Bewirtschaftung von Infrastrukturen und Betriebsmitteln erfordert bessere Informationsgrundlagen.

Zu diesem Informationsbedarf leisten die bundesweiten Erhebungen zur Mobilität von Personen (KONTIV, Mobilität in Deutschland (MiD), Mobilitätspanel (MOP)) einen wesentlichen Beitrag. Mit diesem werden die regelmäßig vorliegenden amtlichen Statistiken ergänzt, da diese weder den motorisierten Individualverkehr (mit Pkw und mot. Zweirädern) noch den Verkehr zu Fuß und mit dem Fahrrad erfassen. Überdies werden mit der verbundenen Erfassung von Verhalten (u. a. Mobilität) und Einflussfaktoren zusätzliche Datenqualitäten

bereitgestellt, die erst das Verständnis von Mobilität im Ursachenzusammenhang und eine darauf aufbauende Modellierung erlauben.

Aufgaben amtlicher und nicht-amtlicher Informationsquellen

Mit veränderten Aufgabenstellungen von Verkehrsplanung und -politik stellen sich neue Anforderungen an die Informationsgrundlagen, die für die Weiterentwicklung der Instrumente der Politik herangezogen werden müssen. Häufig reicht es nicht aus, beschreibende Statistiken, wie sie die amtlichen Quellen bereithalten, einzusetzen. Einige wesentliche Merkmale der amtlichen Statistik sind:

- Die Erhebung von Daten erfolgt auf einer Rechtsgrundlage und es besteht meistens Auskunftspflicht.
- Die einzelne Statistik ist Teil eines abgestimmten Gesamtsystems.
- Ergebnisse werden in tabellarischer oder sonst wie aggregierter Form veröffentlicht.
- Die Periodizität von Erhebung und Veröffentlichung sind im Budget abgesichert.

Diesen Vorteilen der amtlichen Quellen stehen einige Nachteile gegenüber:

- Transaktionen und andere Vorgänge, die nicht über einen Markt vermittelt werden, sind nicht oder schlecht erfasst.
- Mikrodaten waren lange Zeit nicht oder schwer zugänglich.¹
- Veränderungen im Erhebungsprogramm sind langwierig bzw. Erweiterungen durch die Einsparungen bei den öffentlichen Haushalten wenn, dann nur kostenneutral möglich.

Begründet auch durch diese Defizite hat sich eine Arbeitsteilung zwischen der amtlichen Statistik und nicht-amtlicher Statistik bzw. Datenproduktion eingestellt. Die nicht-amtliche Statistik umfasst z.B. vorhandene Unternehmens- und Prozessdaten in Verbands- und Unternehmensstatistiken, die im Allgemeinen regelmäßig aufbereitet und publiziert werden. Unter Datenproduktion wird hier die Generierung von ansonsten überhaupt nicht existierenden Informationen verstanden, wie sie z.B. durch eine Haushaltsbefragung zum Verkehrsverhalten oder durch die systematische Erfassung des Zustandes der Bundesfernstraßen entstehen.

¹ Allerdings hat die amtliche Statistik in den vergangenen Jahren zahlreiche Schritte unternommen, um Einzeldaten den Nutzern in der Wissenschaft für Mikroanalysen zugänglich zu machen. Die dabei relevanten Themenbereiche sind demographische Grundlagen, Einkommen, soziale Sicherung und Beschäftigung (Destatis, 2004). Seit 2001 ermöglicht das Forschungsdatenzentrum Wissenschaftlern den geregelten Zugang zu amtlichen Mikrodaten, vgl. www.forschungsdatenzentrum.de. Zur Weiterentwicklung der Dateninfrastruktur für die empirisch arbeitenden Sozial- und Wirtschaftswissenschaften (Zugang, Qualität, Gestaltung der dauerhaften Datenerhebungen in den amtlichen Bereichen) vgl. Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten unter <http://www.ratswd.de/>.

Die bundesweiten Mobilitätserhebungen

Die Ergänzung der amtlichen Statistik durch die Produktion und Bereitstellung von Mikrodaten für Forschungs- und Planungszwecke hat in Deutschland im Verkehrssektor mit den KONTIV-Erhebungen zur Mobilität lange Tradition (dies auch im Vergleich zu anderen sozialwissenschaftlichen Forschungsbereichen, vgl. z.B. ALLBUS seit 1980 (GESIS, 2009); SOEP seit 1984 (DIW Berlin, 2008). Angestoßen wurden die methodischen Entwicklungen auch durch drängende inhaltliche Fragestellungen, die zu Beginn der siebziger Jahre auf der Agenda standen: Die Energiekrisen 1973 und 1978 sowie die Forderungen nach einer zwischen den Verkehrsträgern – einschließlich des nichtmotorisierten Verkehrs – besser austarierten und umfassenderen Verkehrsplanung.

Freilich existierten auch Vorläufer und Vorbilder, die die methodische Entwicklung in Deutschland beeinflussten. An erster Stelle ist hier die Nationwide Personal Transportation Survey (NPTS) in den USA zu nennen (Department of Transportation, 2001). Dort war die Notwendigkeit besserer Datengrundlagen für die Politikberatung erkannt worden, um z.B. die Wirkung verschiedener Maßnahmen auf den Energieverbrauch oder die Luftqualität bewerten zu können. Das US Department of Transportation initiierte mit der NPTS 1969 die erste landesweite Haushaltsbefragung zur Mobilität. Entsprechende Surveys wurden in den Jahren 1977, 1983, 1990 und 1995 wiederholt. Die ersten drei dieser Befragungen wurden durch Interviewer in den Haushalten durchgeführt und erfassten ab 1977 auch die Wege zu Fuß. Ab 1990 kam das „Computer Assisted Telephone Interviewing“ (CATI) zum Einsatz. In die Folgerhebung mit der veränderten Bezeichnung National Household Travel Survey (NHTS) von 2001 wurde die American Travel Survey (Fernverkehr) integriert. Bis zum Mai 2009 wird die Durchführung der NHTS 2008 abgeschlossen.

Auch in Deutschland gab es regionale und solitäre Vorgänger der bundesweiten KONTIV-Erhebungen, mit denen inhaltlich und konzeptionell neue Wege beschritten wurden. So hat sich z.B. (Kutter, 1972) mit einer Haushaltsbefragung, die 1969 durchgeführt wurde, für die empirische Füllung eines „Individual-Faktoren-Modell“ das Ziel gesetzt, „die individuellen Merkmale der Verkehrserzeuger“ umfassender zu erfassen, als mit den „Tagesfahrplanerhebungen“ üblich. Das Erhebungsinstrument (Interviewer-gestützte schriftliche Haushaltsbefragung) erfragt aktivitäten-orientiert den gesamten Tagesablauf und dabei alle genutzten Verkehrsmittel. In Kutters Ansatz kommen die Zeitbudget-Studien der empirischen Sozialforschung zum Tragen z.B. (Rosenblatt, 1969), die neben der Zeitgeographie (Time Geography nach (Hägerstrand, 1970)) die weitere Entwicklung der Mobilitätsforschung stark beeinflussten.

Parallel zu dieser Entwicklung waren Wissenschaftler in der DDR bemüht, die verkehrsplannerischen Grundlagen im städtischen Kontext zu verbessern. Dies führte zur Etablierung des Systems repräsentativer Verkehrsbefragungen SrV, welches erstmals 1972 in 16 Städten der DDR durchgeführt wurde. Durch Interviewer wurden einige sozio-demographische Merkmale aller (!) Haushaltsmitglieder sowie alle Ortsveränderungen eines Tages einschließlich der Wege zu Fuß dokumentiert. Eingeschränkt waren die SrVs auf den mittleren Werktagsver-

kehr. Über die weitere Entwicklung bis hin zur Koordinierung mit der „Mobilität in Deutschland“ informieren (Schöppe, Ackermann, & Förschner, 2004).

Vor diesem Hintergrund wissenschaftlich-inhaltlicher Anforderungen und methodischer Vorarbeiten wurde in West-Deutschland mit der KONTIV 1976/1977 die erste bundesweite Mobilitätshebung durchgeführt (Sozialforschung Brög, 1977). Schon die Begriffsbildung „Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten“ zeigt, dass ursprünglich eine kontinuierliche Erfassung der Mobilität angestrebt wurde. Unterstichproben der Standarderhebung wurde sogar wiederholt befragt, um Unschärfen, Verzerrungen und mögliche Verhaltensänderungen zu identifizieren.

Zu den essentiellen Merkmalen, die auch alle nachfolgenden KONTIV- und MiD-Erhebungen und im Wesentlichen auch andere National Travel Surveys (Kunert, Kloas, & Kuhfeld, 2002) kennzeichnen, gehören:

- Erhebung der gesamten „Alltagsmobilität“ in Verbindung mit den Merkmalen der Personen, des Haushalts und zunehmend des Umfeldes.
- Große Stichprobe, die eine tiefe Gliederung der Auswertungen erlaubt und Repräsentativität – zumindest der gewichteten Daten – sicherstellt.
- Feldzeit von etwa einem Jahr, um saisonale Unterschiede abzubilden.
- Merkmalsabgrenzungen erlauben eine Vergleichbarkeit/Verknüpfung mit anderen (amtlichen) Daten.
- Dokumentation des Erhebungsverfahrens und -ablaufs inklusive eingesetzter Instrumente, Rücklaufquoten etc.
- Zugänglichkeit der Mikrodaten unter Wahrung des Datenschutzes.

Mit diesen Kernelementen wurden die KONTIV-Erhebung der Jahre 1976, 1982 und 1989 in der damaligen Bundesrepublik sowie die MiD in Deutschland 2002 durchgeführt (Tabelle 1). Stets wurden über ein Jahr zufällig ausgewählte Haushalte zu ihrem Verkehrsverhalten an einem vorgegebenen Stichtag (bei denen auch Wochenend- und Feiertage enthalten sind) befragt und zusätzlich um die Angabe verkehrsrelevanter Informationen zum Haushalt insgesamt und zu den Mitgliedern des Haushalts gebeten. MiD 2002 hatte als erste bundesweite Mobilitätsbefragung den Anspruch, die gesamte Wohnbevölkerung, einschließlich der Ausländer und aller Kinder zu erfassen. In den vorherigen KONTIV-Erhebungen von 1975/76, 1982 und 1989 ist nur ein Teil des Verkehrs enthalten, es fehlen 1976 und 1982 die Wege der Kinder unter zehn Jahren und die Wege der ausländischen Wohnbevölkerung und 1989 die der Kinder unter sechs Jahren. Weiterhin ist bekannt, dass der Wirtschaftsverkehr bisher untererfasst worden ist. Die KONTIV 1989 hatte darüber hinaus weitere Methodeneffekte, so dass sie vielfach in Vergleiche nicht einbezogen wird (Kloas & Kunert, 1993). Die unterschiedlichen Grundgesamtheiten wirken sich auch auf Strukturvergleiche aus. Das Fehlen der ausländischen Bevölkerung bedeutet beispielsweise eine Unterschätzung des Anteils der Kinder an der Bevölkerung und des in Ballungsräumen lebenden Anteils der Bevölkerung.

	1976	1982	1989	2002
Anlage der Stichprobe				
Prinzip	geschichtet, dreistufig	geschichtet, zweistufig	geschichtet, zweistufig	geschichtet, zweistufig
Auswahl 1. Stufe	Planungsregionen	Gemeinden	Stimmbezirke	Gemeinden
Einheit	geschichtete Zufallsauswahl	geschichtete Zufallsauswahl (nicht proportional zum Schichtungskriterium)	geschichtete Zufallsauswahl	geschichtete Zufallsauswahl
Verfahren				
Auswahl 2. Stufe	Gemeinden	Haushalte	Haushalte	Personen
Einheit	geschichtete Zufallsauswahl	34 % über Adresskarteien	Random-Route	Einwohnermeldedateien
Verfahren		66 % über Random-Route		
Auswahl 3. Stufe	Haushalte	–	–	–
Einheit	100 % über Adresskarteien			
Verfahren	nein			
Aufstockung der Stichprobe	2 bzw. 3 aufeinander folgende Wochentage			
Anzahl der Stichtage je Person	Mo-So je 1/7 der Stichprobe	Mo-Fr 4/7 der Stichprobe	Mo, Fr, Sa, So je 1/5 der Stichprobe	Mo-So je 1/7 der Stichprobe
Wochentagsverteilung		Sa, So 3/7 der Stichprobe	Di-Do 1/5 der Stichprobe	
Stichprobenumfang (Haushalte)				
(ohne Aufstockungen)				
Nettostichprobe	19 906	15 582	24 849 ¹⁾	25 848
Ausschöpfung	72 %	66 %	64 %	42 %
Feldzeit				
(Nachzügler bis ...)	1.1.1976-31.12.1976	1.2.1982-30.1.1983 (23.3.83)	5.2.1989-31.1.1990 (11.3.90)	13.12.2001-22.12.2002
Integrierte Zusatzerhebung zur Abschätzung von Non-response Einflüssen	nein	nein	Telefonische Nachbefragung von Haushalten, die verweigerten oder nicht angetroffen wurden	-Selektivitätsanalyse mit Informationen in Melderegistern und aus Feldverlauf -Telefonisch und Interviewer Kontakt zu Verweigerern mit kurzem Fragenprogramm

Tabelle 1a: Merkmale und Kenngrößen der KONTIV/MID-Erhebungen

	1976	1982	1989	2002
Erhebungsmethode	Verteilung postalisch Befragte füllen selbst aus Rückgabe postalisch		Abgabe durch Interviewer Befragte füllen selbst aus, Interviewer kann bei Pro- blemen Hilfestellung geben Abholen durch Interviewer	Mehrstufiger Methodenmix mit Schwerpunkt telefoni- sche Befragung Schriftlich-postalischer Erst- kontakt zu allen Haushalten CATI/schriftlich-postalisches Haushaltsinterview CATI/schriftlich-postalisches Personeninterview
Erhebungsunterlagen Ankündigungsschreiben Datenschutzinformation Haushaltsbogen	ja –	ja ja	– ja	ja ja
Personenbogen	ab 10 Jahren Bis zu 7 Wege je Personenbogen		Ab 6 Jahren	Fragen zum Haushalt und zur Soziodemographie von max. 6 Personen Ab 0 Jahren Bis zu 8 Wege je Personen- bogen
Anzahl der Einheiten in der Nettostichprobe ²⁾				
Gemeinden	262	263	904	297
Haushalte	15.601	15.685	20.644	25.848
Personen	41.297	39.239	42.283	61.729
Wege	113.240	107.403	110.434	178.095
Personen ab 10 Jahren	41.241	38.411	40.181	55.716
Wege von Pers. ab 10 Jahren	113.131	106.740	105.951	156.427
Gewichtung und Hochrechnung				
Grundgesamtheit	Deutsche Wohnbevölkerung ab 10 Jahren			Wohnbevölkerung

¹⁾Angaben einschl. der Aufstockung in NRW; Ausschöpfung konnte aus methodischen Gründen von EMNID nicht getrennt für beide Stichproben berechnet werden.

²⁾Die Angaben beziehen sich auf die dem DIW zur Verfügung gestellten Daten (d.h. 1976 nur 1. Stichtag).
Quelle: DIW, Berlin

Tabelle 1b: Merkmale und Kenngrößen der KONTIV/MID-Erhebungen

Bei den Erhebungsinhalten der KONTIV/MiD ist Wert auf die Vergleichbarkeit gelegt worden, so dass die Abgrenzungen und Definitionen, etwa zum Weg und den Verkehrsmitteln, weitgehend übereinstimmen. Auch die Aufbereitung und Ableitung zusammenfassender Variablen wie des hauptsächlich genutzten Verkehrsmittels oder die Zuordnung der Heim- und Rückwege zu Zwecken kann damit entsprechend vergleichbar vorgenommen werden. Ausnahmen ergeben sich durch die Aufteilung der Zwecke sowie die Einführung des Hauptzwecks Begleitung. Letzteres ergibt sich aus der differenzierten Einbeziehung der Wege auch kleiner Kinder in der MiD 2002. In den früheren Erhebungen waren diese Wege – soweit erfasst – den Zwecken Freizeit oder Einkauf zugeordnet. Einen Überblick der Erhebungsinhalte der gegenwärtig vor Abschluss stehenden MiD 2008 zeigt Abbildung 1 (Follmer, 2009).

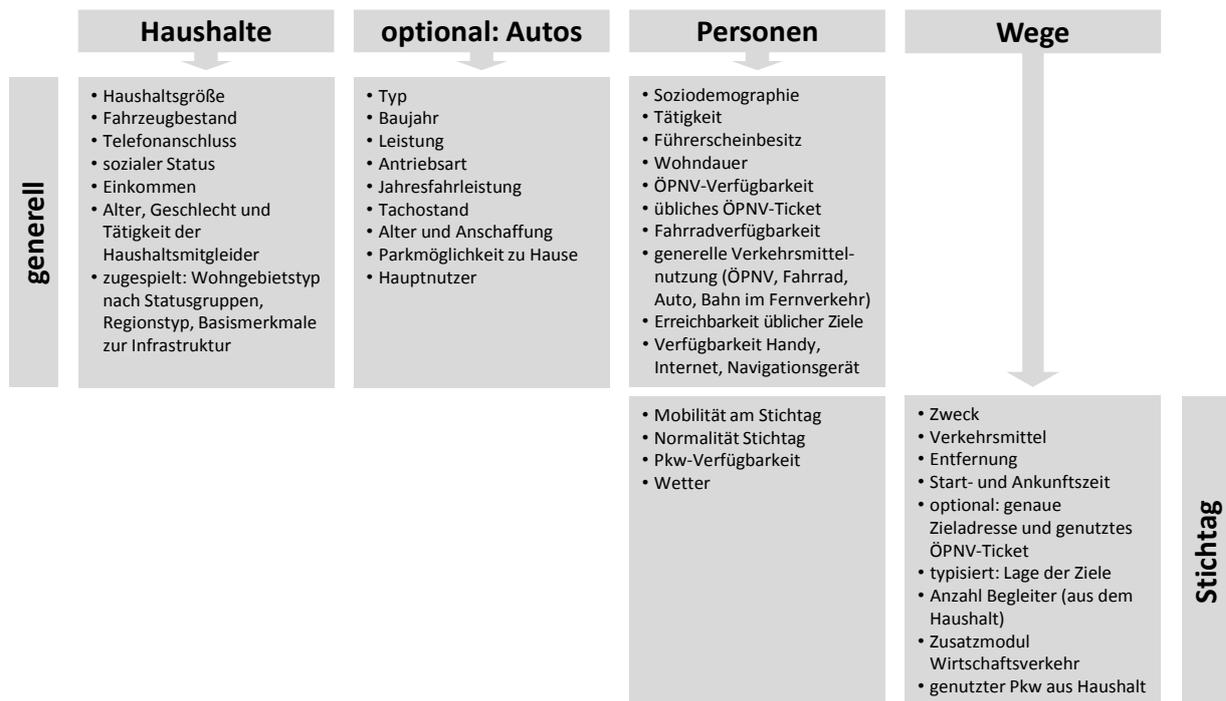


Abbildung 1: Fragebogeninhalte MiD 2008

Während sich bei den Befragungsinhalten die unterschiedlichen Abgrenzungen ineinander überführen lassen, ist die Herstellung der Vergleichbarkeit bei den methodischen Veränderungen nur bedingt möglich. Es besteht stets ein Dilemma zwischen Vergleichbarkeit und Zeitreihenkonsistenz einerseits und methodischer Weiterentwicklung und Verbesserungen mit dem Ziel, ein vollständiges Abbild des Personenverkehrs zu erreichen, andererseits. Auf dieses Spannungsverhältnis wirkt auch das gesellschaftliche Umfeld, z.B. mit der Akzeptanz verschiedener Befragungsinstrumente in der Bevölkerung und der technischen Weiterentwicklung von Befragungsmethoden. Diesbezüglich haben in der MiD 2002 neben dem Modul für den Wirtschaftsverkehr zwei Aspekte besondere Bedeutung: Die vollständige Erfassung der Wege durch die sorgfältige zweistufige Aufnahme im CATI-Interview und die Interaktion mit den bereits vorher von anderen Haushaltsmitgliedern berichteten gemeinsamen Wegen sowie die besondere Beachtung der Kategorie mobil / nicht mobil am Stichtag.

Ergebnisse und Verwendung der KONTIV/MiD-Erhebungen

Ohne bei dem vorliegenden Überblick auf Unterschiede zwischen Ost- und Westdeutschland, weitere regionale Besonderheiten oder die Stagnation der Personenverkehrsnachfrage am aktuellen Rand einzugehen, charakterisieren die nachstehenden Trends Umfeld und Ergebnis der Erhebungen über fast 27 Jahre:

- Die Bevölkerungszahl wuchs, stärker noch die Zahl der Haushalte bei sinkender durchschnittlicher Haushaltsgröße.
- Die Altersstruktur der Bevölkerung, das Bildungsniveau und die Erwerbsbeteiligung haben sich deutlich verändert.
- Mit zunehmender Lebenserwartung bildet sich ein aktiverer und mobilerer Lebensstil der Ruheständler heraus.
- Zunehmend disperse Siedlungsstrukturen wurden in diesem Zeitraum unterstützt von qualitativen und quantitativen Ausweitungen des Verkehrsangebotes.
- Die Pkw-Flotte wuchs in diesem Zeitraum beträchtlich; weniger als ein Fünftel der Haushalte leben heute ohne Auto, fast 30 % der Haushalte haben mehr als einen Pkw (Abbildung 2).
- Der Pkw-Führerschein ist zur Selbstverständlichkeit geworden: In den mittleren Altersgruppen bis 50 Jahre besitzt ihn ohne Unterschied der Geschlechter heute fast jeder.
- Ansteigendes Verkehrsaufkommen und wesentlich kräftiger steigende Verkehrsleistung sind u. a. Reflex dieser Trends und wurden vornehmlich im Autoverkehr realisiert.

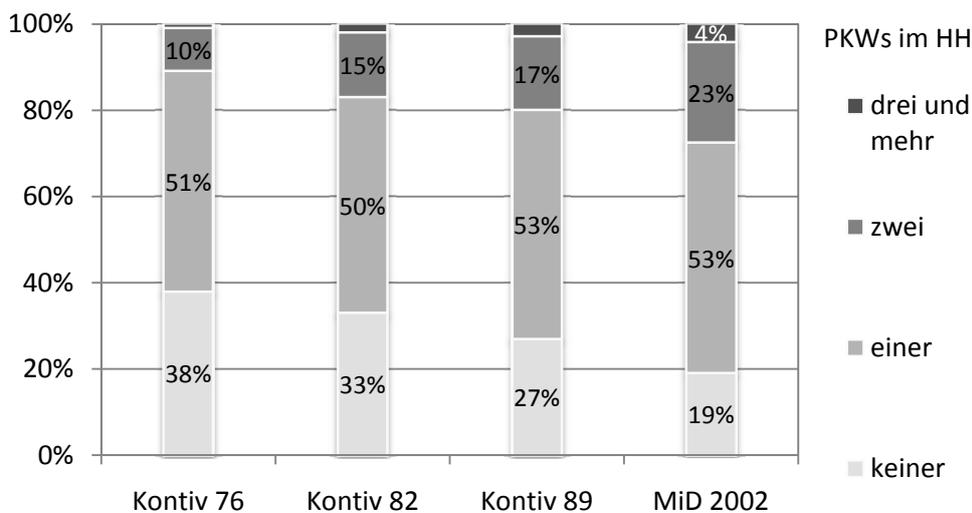


Abbildung 2: Anzahl der Pkw im Haushalt 1976 bis 2002

Vielfältige Forschungs- und Planungsarbeiten haben diese vier Datengrundlagen mit herangezogen. Hervorzuheben sind u. a. die regelmäßigen Schätzungen der Entwicklung des gesamten Personenverkehrs für die Zeitreihen der Verkehrsnachfrage in „Verkehr in Zahlen“, (BMVBS versch. Jahrgänge) sowie die Ermittlung der Verkehrsverflechtung (Matrix) und verwandte Arbeiten als Grundlage für die Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) (ITP und BVU, 2007). Für die zahlreichen Forschungsarbeiten zur Mobilität auf Basis von KONTIV/MiD seien stellvertretend kürzlich erschienene genannt: Die Untersuchung der Multimodalität der Verkehrsteilnehmer auf Basis von MiD und MOP (IfV und ISB, 2005) und die Szenarien der Mobilitätsentwicklung unter Berücksichtigung von Siedlungsstrukturen bis 2050 (TRAMP, Difu, & IWH, 2006).

Die erweiterten Aussagemöglichkeiten aufgrund der formalen Verknüpfung mit anderen Datenbereichen belegt die Studie „Mobilität 2025 – Der Einfluss von Einkommen, Mobilitätskosten und Demografie“ (DIW 2008b). Hier werden verbunden mit der MiD 2002 die Daten der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe und des Mikrozensus genutzt, um Mobilität im Zusammenhang zur Haushaltsstruktur, zum Konsum und Einkommen der Haushalte analysieren und prognostizieren zu können. Mit den seit der MiD 2002 detailliert erfassten Informationen zu den Haushalts-Pkw werden außerdem die Kosten der Mobilität abgebildet. Voraussetzung für diesen Zusatznutzen der Mobilitätsdaten ist Überblick und Sorgfalt bei der Definition und Stufung der zu erhebenden Variablen.

Institutionelle Einbindung und Abstimmung mit anderen Datenbereichen

Bemerkenswert war auch die koordinierte Durchführung aller bundesweiten Erhebungen zur Verbesserung der empirischen Grundlagen zur Verkehrsnachfrage im Jahr 2002: Quasi zeitgleich wurden die Erhebungen zur Mobilität von Personen (MiD, MOP), die europaweite Fernverkehrserhebung (DATELINE) aber auch zur Nutzung von Fahrzeugen (Fahrleistungserhebung, Kraftverkehr in Deutschland (KiD2002)) durchgeführt. In diesen Bereichen waren in den zurück liegenden Jahren erhebliche Informationsdefizite entstanden. Auch in Zukunft ist es unerlässlich, die amtliche Verkehrsstatistik hier zu ergänzen.

Institutionell zuständig und finanzierend war für alle KONTIV/MiD-Erhebungen das Bundesministerium für Verkehr, heute BMVBS, Referat „Wirtschafts- und Strukturdaten, Statistik und Sondererhebungen“. Aufgrund von Anregungen aus der Wissenschaft, nicht zuletzt durch Prof. Zumkeller, hat dieses Referat auch das Deutsche Mobilitätspanel MOP mit auf den Weg gebracht und seit dem Erhebungsstart 1994 verantwortet. Damals auch mit dem Gedanken eingeführt, den Prozess der Veränderung und Anpassung von Mobilität zwischen Ost- und Westdeutschland transparent zu machen, liegen heute 14 Wellen dieser Wiederholungsbefragung vor (Zumkeller, Chlond, Ottmann, Kagerbauer, & Kuhnimhof, 2007). Damit ist eigentlich ein Königsweg der repräsentativen Abbildung, des Monitoring und der Bereitstellung von Mikrodaten zur Nachfrageentwicklung im Personenverkehr beschritten: Die

großen wiederholten Querschnittserhebungen MiD in Verbindung mit der kleineren Längsschnittbefragung MOP.

Jedoch hat diese Konstellation keine ausreichende institutionelle und finanzielle Absicherung. Das zuständige Referat im BMVBS hat nicht die Kapazitäten, um eigenständig wissenschaftlich mit den Mikrodaten zu arbeiten, wie es in anderen Ländern, die „National Travel Surveys“ durchführen, meist der Fall ist. Aus der Auseinandersetzung mit inhaltlichen und methodischen Fragen zur Mobilität und Verkehrsnachfrage entstehen konzeptionelle Weiterentwicklungen. Diesen Prozess muss natürlich auch die Landschaft der Fach-Wissenschaft leisten, es bedarf aber geeigneter Foren und institutionalisierter Abläufe, um aus den Forschungsergebnissen und -erfahrungen geeignete Vorschläge zur weiteren Förderung von Datenproduktion und Forschungsprojekten zu formulieren

Fazit

Die aktuellen Erhebungen zur Mobilität generieren repräsentative Mikrodaten im Quer- und Längsschnitt, die in ihren Abgrenzungen und Inhalten in die Makro-Aggregate der amtlichen Statistik eingepasst sind. Dies geschieht in einem koordinierten Vorgehen staatlicher Institutionen und der Wissenschaft und wird mit verschiedenen methodischen Ansätzen vollzogen. Die Einbindung der Wissenschaft sichert den Theoriebezug der Untersuchungen und damit die Generierung relevanter und aussagekräftiger Informationen.

Dabei ändern sich im Zeitablauf Inhalte und Methoden der Erhebungen: Inhaltlich rücken neben den Kernbereichen der Befragungen neue Aspekte ins Interesse, wie jüngst Fragen zur Nutzung der Fahrzeuge im Haushalt oder zur Nutzung des Internets. Die Umfrageinstrumente verändern sich durch technische Möglichkeiten (CATI, www) und durch gesellschaftliche Randbedingungen (Akzeptanz von Telefonkontakten im Haushalt). Schließlich hat sich auch die Zugänglichkeit der Daten durch das Internet und die Einrichtung der Clearingstelle verbessert (<http://daten.clearingstelle-verkehr.de>).

Darüber hinaus sollten Überlegungen angestellt werden, wie eine stetige Verbesserung in allen Bereichen der für den Verkehrssektor relevanten informationellen Basis erreicht werden kann. Zentral erscheint hier die Einrichtung oder Einbeziehung einer unabhängigen und wissenschaftsnahen Institution, deren Kompetenz nicht auf den Verkehrssektor eingeschränkt sein muss. Mit einer solchen institutionellen Stärkung könnte eventuell das Zusammenspiel verschiedener Daten- und Informationsbereiche belebt und besser abgestimmt werden (amtliche und nicht-amtliche Statistik, kommerzielle und wissenschaftliche Datenproduktion, (KVI, 2001)). Zudem könnte in einem solchen Rahmen kompetent auf die bessere Zugänglichkeit der von Behörden oder in deren Auftrag produzierten Daten und Informationen hingewirkt werden (IFG, 2005). Eine solche Einrichtung könnte durch die Aufklärung der Interessenten auch dafür Sorge tragen, die Nutzungspotentiale existierender kommerzieller und sozialwissenschaftlicher Daten für Fragestellungen im Verkehr ins Bewusstsein zu rücken (Ehling, 2001).

Literaturverzeichnis

- Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e.V. (1999). *Standards zur Qualitätssicherung in der Markt- und Sozialforschung*. Frankfurt am Main.
- Bechthold, S. (2001). Wege zu einer besseren informationellen Infrastruktur - Bericht über die Konferenz zum Gutachten der Kommission zur Verbesserung der informationellen Infrastruktur. *Wirtschaft und Statistik*, 2001 (12).
- Department of Transportation. (2001). *Summary of Travel Trends – 2001 National Household Travel Survey*. Washington, DC.: Report FHWA-PL-07-010.
- Destatis. (2004). MIKAS - Mikroanalysen und amtliche Statistik. *Band 1 der Reihe Statistik und Wissenschaft*.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft. (1999). *Qualitätskriterien der Umfrageforschung*. Berlin: Akademie Verlag.
- Dillman, D. A. (2000). *Mail and Internet Surveys – The Tailored Design Method*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- DIW Berlin. (2008). 25 Wellen Sozio-oekonomisches Panel (SOEP). *Vierteljahresheft zur Wirtschaftsforschung 3/2008*.
- DIW Berlin. (2008). *Mobilität 2025 – Der Einfluss von Einkommen, Mobilitätskosten und Demografie*. Berlin: Zusammenfassender Endbericht (ifmo-Studien).
- DVWG Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft. (2001). *Dynamische und statische Elemente des Verkehrsverhaltens – Das Deutsche Mobilitätspanel, Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft, Band B 234*. Bergisch Gladbach.
- Ehling, M. (2001). Zeitbudget in Deutschland – Erfahrungsberichte des Wissenschaft. *Band 17 der Schriftenreihe Spektrum der Bundesstatistik*.
- Emnid. (1991). Bericht zur Methode, Anlagenband und Tabellenteil. *KONTIV 89*. Bielefeld.
- Follmer, R. (2009). "Mobilität in Deutschland" - Neue Ergebnisse im Sommer 2009 – regionale Vertiefungsmöglichkeiten. *Der Nahverkehr* (1-2/2009).
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsplanung. (1991). Empfehlungen für Verkehrserhebungen, EVE 91. Köln.
- GESIS. (2009). *Informationen zum ALLBUS*. <http://www.gesis.org>.
- Hägerstrand, T. (1970). What about People in Regional Science? *Papers and Proceedings of the Regional Science Association 24*, 7 – 24.
- IFG. (2005). Informationsfreiheitsgesetz vom 5. September 2005. (BGBI. I S. 2722).
- IfV. (2000). *Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Nutzerbedürfnisse (INVERMO)*. Universität Karlsruhe: <http://verkehrspanel.ifv.uni-karlsruhe.de>.

- IfV und ISB. (2005). *Bestimmung multimodaler Personengruppen*. Aachen und Karlsruhe: Projekt FE 70.724/2003.
- infas. (2003). *Mobilität in Deutschland 2002 - Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten*. (s.a. www.mobilitaet-in-deutschland.de). Bonn/Berlin: Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr Bau- und Wohnungswesen.
- ITP und BVU. (2007). *Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025*. München/Freiburg: FE-Nr. 96.0857/2005.
- Kloas, J. (1994). *Auswertung der Kinder-KONTIV*. Berlin: unveröffentlichtes Manuskript.
- Kloas, J., & Kunert, U. (1994). Die zeitliche Entwicklung der Bedeutung von Personen-Merkmalen für das Verkehrsverhalten. *Verkehr und Technik* (Heft 11 und Heft 12).
- Kloas, J., & Kunert, U. (1994). Über die Schwierigkeit, Verkehrsverhalten zu messen. Die drei KONTIV-Erhebungen im Vergleich. *Verkehr und Technik* (Heft 3 und Heft 5).
- Kloas, J., & Kunert, U. (1993). *Vergleichende Auswertungen von Haushaltsbefragungen zum Personennahverkehr (KONTIV 1976, 1982, 1989)*. Berlin: Gutachten im Auftrag des Bundesministers für Verkehr.
- Kloas, J., Kuhfeld, H., & Kunert, U. (2001). *Dynamik des Verkehrsverhaltens im Jahresvergleich, Analyse des deutschen Mobilitätspanels 1994 bis 1999*. Berlin: Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.
- Kuhnimhof, T., Chlond, B., & Zumkeller, D. (2006). Nonresponse, Selectivity and Data Quality in Travel Surveys - Experiences from Analyzing the Recruitment for the German Mobility Panel. *Transport Research Board (Hrsg.), Travel Survey Methods, Information Technology and Geospatial Data, Transport Research Record, No. 1972, 2006, ISBN 0-309-09981-1*, 29-37.
- Kunert, U. (2004). „Welche Berichtssysteme brauchen wir, um Realität zu erkennen und zu beschreiben?“. *Tagungsband zu dem Statusseminar „Forschung im Dienste der Politikberatung: Innovative Forschung für eine integrierte und nachhaltige Verkehrs-, Bau- und Wohnungsbaupolitik“*, Band B 254 der Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft. Bergisch Gladbach.
- Kunert, U. F. (2005). Methodological Advances in National Travel Surveys: Mobility in Germany 2002. *Transport Reviews*, 25 (4), S. 415-431.
- Kunert, U. (30. Mai 2006). Konzertierte Aktion - Zu Nutzung und Nutzen abgestimmter Verkehrserhebungen auf Bundesebene. *Vortrag auf der Auftaktveranstaltung zum SrV 2008*. Dresden, http://www.tu-dresden.de/srv/SrV_Web.
- Kunert, U., Kloas, J., & Kuhfeld, H. (2002). Design Characteristics of National Travel Surveys - An International Comparison for ten Countries. *Transportation Research Record* (Paper presentation at the 2002 Annual Meeting of the Transportation Research Board), pp. 107-116.
- Kutter, E. (1972). Demographische Determinanten städtischen Personenverkehrs. (T. U. Braunschweig, Hrsg.) *Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbaugesellschaft*, 9.

- KVI. (2001). *Wege zu einer besseren informationellen Infrastruktur*. Kommission zur Verbesserung der informationellen Infrastruktur zwischen Wissenschaft und Statistik. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.
- Rosenblatt, B. (1969). Tagesabläufe und Tätigkeitensysteme. *Soziale Welt*, S. 49-79.
- Schöppe, E., Ackermann, K., & Förchner, G. (2004). Geschichte, Entwicklung und Zukunft des Systems repräsentativer Verkehrsbefragungen. In C. G. Stein, *Raum und Verkehr gestalten - Festschrift für Eckhard Kutter*. Berlin: edition sigma.
- Socialdata. (1984). *KONTIV 82*. München.
- Sozialforschung Brög. (1977). *KONTIV 76 - Endbericht*. München.
- SrV. (2001). System repräsentativer Verkehrsbefragungen. <http://www.tu-dresden.de/vkivs/vip/srvpage.htm>. Dresden.
- TRAMP, Difu, & IWH. (2006). *Szenarien der Mobilitätsentwicklung unter Berücksichtigung von Siedlungsstrukturen bis 2050*. Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung unter der FE 70.0757/2004 (FOPS), Leipzig.
- Transportation Research Board, National Research Council. (2000). Transport Surveys: Raising the Standard. *Proceedings of an International Conference on Transport Survey Quality and Innovation*. Grainau: <http://www.nationalacademies.org/trb/publications/ec008>.
- US DOT. (2001). *Summary of Travel Trends – 2001 National Household Travel Survey*. Washington, DC.: Report FHWA-PL-07-010.
- Zumkeller, D. (1976). Reduzierung des Erhebungsaufwandes durch Anwendung verhaltensorientierter Verkehrsmodelle. *Seminar Nr. 15*. Vereinigung der Straßen- und Verkehrsingenieure (VSVI).
- Zumkeller, D., & Mentz, H.-J. (1977). *Verhaltensorientierte Modelle in der Verkehrsplanung - Möglichkeiten und Grenzen der praktischen Anwendung anhand von Beispielen*. Technische Hochschule Darmstadt.
- Zumkeller, D., & Poeck, M. (1976). Anwendung einer maßnahmeempfindlichen Prognosemethode am Beispiel des Großraums Nürnberg. *Workshop der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft „Policy Sensitive Models“* (S. 76 ff). Gießen: DVWG.
- Zumkeller, D., Blechinger, W., Chlond, B., Seitz, H., Axhausen, K., & van Maanen, T. (Dezember 1994). Paneluntersuchungen zum Verkehrsverhalten. (A. S. Bundesministerium für Verkehr, Hrsg.) *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*, Heft 688.
- Zumkeller, D., Brög, W., Herry, M., & Schwertner, B. (1984). Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten 1982 (KONTIV'82). *Internationales Verkehrswesen*, Heft 6, S. 383-385.
- Zumkeller, D., Chlond, B., & Manz, W. (2001). *Panelauswertung 1999 / 2000, Auswertung Mobilitätspanel 1999/2000, Tankbuchdaten 2000/2001*. Karlsruhe: Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.

Zumkeller, D., Chlond, B., Ottmann, P., Kagerbauer, M., & Kuhnimhof, T. (2007). *Panelauswertung 2007, Erhebungswellen zur Alltagsmobilität (Herbst 2007) sowie zu Fahrleistungen und Treibstoffverbräuchen (Frühjahr 2008)*. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung unter der Projekt Nr. FE 70.0813. Karlsruhe: Institut für Verkehrswesen.

ISBN: 978-3-86644-354-9

www.uvka.de