

# ***Bild und Sprache***

## **Modellvorstellungen in den verkehrswissenschaftlichen Disziplinen**

M. Nehring, M. Steierwald (Hrsg.)

**Nr. 115 / Juli 1998**

**Arbeitsbericht**

ISBN 3-932013-41-7

ISSN 0945-9553

***Akademie für Technikfolgenabschätzung  
in Baden-Württemberg***

Industriestr. 5, 70565 Stuttgart  
Tel.: 0711 • 9063-0, Fax: 0711 • 9063-299  
email: [discourse@afta-bw.de](mailto:discourse@afta-bw.de)  
<http://www.afta-bw.de>

Die *Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg* gibt in loser Folge Aufsätze und Vorträge von Mitarbeitern sowie ausgewählte Zwischen- und Abschlußberichte von durchgeführten Forschungsprojekten als *Arbeitsberichte der Akademie* heraus. Diese Reihe hat das Ziel, der jeweils interessierten Fachöffentlichkeit und dem breiten Publikum Gelegenheit zu kritischer Würdigung und Begleitung der Arbeit der Akademie zu geben. Anregungen und Kommentare zu den publizierten Arbeiten sind deshalb jederzeit willkommen.

# Inhaltsverzeichnis\*

Dr.-Ing. Marcus Steierwald	
<b>Einführung.....</b>	<b>1</b>
Dr. Konrad Schliephake	
<b>Verkehrswissenschaft Geographie.....</b>	<b>5</b>
Dr. Dieter Gust	
<b>Verkehrswissenschaft Raumplanung.....</b>	<b>29</b>
Dr. Oliver Schwarz	
<b>Verkehrswissenschaft Ökonomie.....</b>	<b>47</b>
Prof. Dr. Günter Haag	
<b>Verkehrswissenschaft Physik.....</b>	<b>67</b>
Dipl.-Soz. Konrad Götz, Dr. Peter Wehling	
<b>Verkehrswissenschaft Soziologie.....</b>	<b>89</b>
Dr. Jürgen Braun	
<b>Verkehrswissenschaft Bauingenieurwesen .....</b>	<b>109</b>
Prof. Dr. Ulrich Eisel	
<b>Über Formen der Interdisziplinarität und Formen des Lebens.....</b>	<b>125</b>
Dipl.-Geogr. Marita Nehring	
<b>Perspektiven zur Interdisziplinarität.....</b>	<b>137</b>
Teilnehmerliste.....	140
Referenten und Autoren.....	142
Publikationsliste der Akademie für Technikfolgenabschätzung.....	Anhang

---

\* Die namentlich gekennzeichneten Texte geben ausschließlich den Beitrag des Autors/der Autoren wieder. Sie sind lediglich redaktionell überarbeitet worden.

**Dr.-Ing. Marcus Steierwald**

*Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Stuttgart*

## **Einführung**

In der Verzweiflung des Forschenden über die Unzulänglichkeiten der eigenen Methode erscheint die fremde Disziplin als ein Lichtblitz, der im Sujet neue Facetten aufblitzen läßt. Die Faszination der interdisziplinären Arbeit ist die Faszination des dritten Auges: Dort, wo die eigene Zunft an ihre Grenzen stößt, öffnet die andere Fachrichtung neue Ausblicke.

Die Grenzen sind freilich selbst gewählt. Nur durch die bewußte Beschränkung auf einen beherrschbaren, angemessenen und begrenzten Problem-Raum war das zu untersuchende Phänomen abzubilden. Die Methoden der Abbildung, die Modellbildung, sind zwangsläufig in sich konsistent, und der Umstand, daß sie nicht viel Neues sichtbar werden lassen, dürfte eigentlich nicht überraschen — der Erkenntnisprozeß im Modellraum setzt die „optischen“ Gesetze dieses Raumes nicht außer Kraft. Am Übergang zur fremden Disziplin wird der gesicherte Raum gesprengt; es ist aber der Übergangspunkt jener Ort, der durch die eigene Methode erreicht worden ist.

Es stellt sich die kritische Frage des interdisziplinär Forschenden: Sieht der Mensch, der die Sphäre der eigenen Disziplin durchbricht, nicht nur das, was er als Nachweis sich wünscht und dessen Anschauung die andere Disziplin nur deshalb zu leisten scheint, weil die komplexe Erkenntnisgenese nicht nachvollzogen werden muß, die den Nachweis eventuell in einen Zusammenhang rückt, in dem das eigene Problem fremd ist? *Gibt die fremde Disziplin Antworten auf Fragen, die sie nicht gestellt hat?* Ähnliche Vorgänge, bei denen ein Bild zum Symbol anderer Inhalte wird, erklären die Faszination fremder Religionen und die Schönheit des Unfertigen. Wie viele Spolien muß eine Ruine noch aufweisen, um das Bild des Baues hervorzurufen — und wieviel Ähnlichkeit hat dieses Bild mit dem ursprünglichen Bau?

Es soll das interdisziplinäre Bemühen, das sich gerade dieser Gefahr bewußt ist, nicht diskreditiert werden, doch soll hier an die Grundregel interdisziplinären Arbeitens erinnert werden: Nur indem der Frager, z.B. der Soziologe, soweit die andere Disziplin

verstehen, daß er z.B. als Ökonom auf dessen Lösungsansatz schauen kann, erkennt er als Ökonom-Soziologe neue Ansatzmöglichkeiten, die er aber als Soziologe zu nutzen hat. Wozu ihm freundlicherweise ein Ökonom verhilft. Insoweit generiert die interdisziplinäre Arbeit eine „neue Wissenschaft“, als daß neue, dem Problem auf neue Weise angepaßte Denkmodelle möglich werden.

Warum diese Vorbehalte? Drei Fehldeutungen gefährden den Erfolg interdisziplinärer Arbeit gerade in der Querschnittsdisziplin der Verkehrswissenschaft.

Die erste Fehldeutung entspringt meist einer sprachlichen Ähnlichkeit: Dem Satz „Engagiert sein und Intellektueller sein ist ein Pleonasmus, der desengagierte Intellektuelle ist eine Illusion (Bodin) — die essentiell revolutionäre Verfassung der Intellektuellen erklärt sich besser und gerechter durch die natürlich Funktion des Moralisten<sup>⊗</sup>“ wird der Ingenieur-, Raum- oder Ökonomiewissenschaftler gerne wissenschaftliche Fundierung unterstellen, gerade *weil* er ihn nicht im eigenen Kontext verstehen kann, da die Wortwahl kaum Begriffe trifft, die in Ingenieurwissenschaften, Geographie oder Ökonomie eine Rolle spielen. Ganz anders verhält es sich mit der Aussage „In diesem Raum hat die Verkehrsnachfrage zugenommen“ — „Raum“ und „Nachfrage“ sind Begriffe, die in den genannten drei Disziplinen je eigene Bedeutungen haben. Die Abweichung von festgefügt Bedeutungen erfährt auch im Alltag eine ähnliche Sanktionierung: Das gänzlich zur eigenen Kultur verschiedene Verhalten wird eher hingegenommen als die minimale moralische Devianz des „wunderlichen Nachbarn“. Die Erfahrung des interdisziplinär Interessierten dazu ist anekdotisch ausdrückbar mit einem auf einem verkehrswissenschaftlichen Kongreß mitgehörten Affront eines Ökonomen gegenüber einem Ingenieurwissenschaftler: „Ihre Ausführungen zur Verkehrsnachfrage zeigen mir, daß Sie gar nicht wissen, was Nachfrage ist!“ Im Zusammenhang der Ökonomie mag dies zugetragen haben, im interdisziplinären Dialog ist diese Äußerung ein Zeichen von Nicht-Wissen, also von Ignoranz.

Ein Ärgernis wird aus dieser Ignoranz dort, wo die Ähnlichkeiten in Sprache und Modell zur Anmaßung wird. Verkehrswissenschaftler sind das gewohnt; ihre Sprache ist noch immer vorwiegend Deutsch und jeder ist Experte für die eigene Mobilitätsgestaltung - also jeder Führerscheininhaber ist Experte für die Gestaltung des Verkehrs als Ganzes. Erstaunlich ist aber, mit welcher Unbefangenheit Biologen, Konstruktiv-Ingenieure oder Soziologen — denen ja niemand die Befassung mit Trennwirkungen, Brückenbau oder Reiseverhalten verübeln würde — sich z.B. über Verkehrssteuerungskonzepte auslassen. Dazu kommt, daß der in der eigenen Disziplin

---

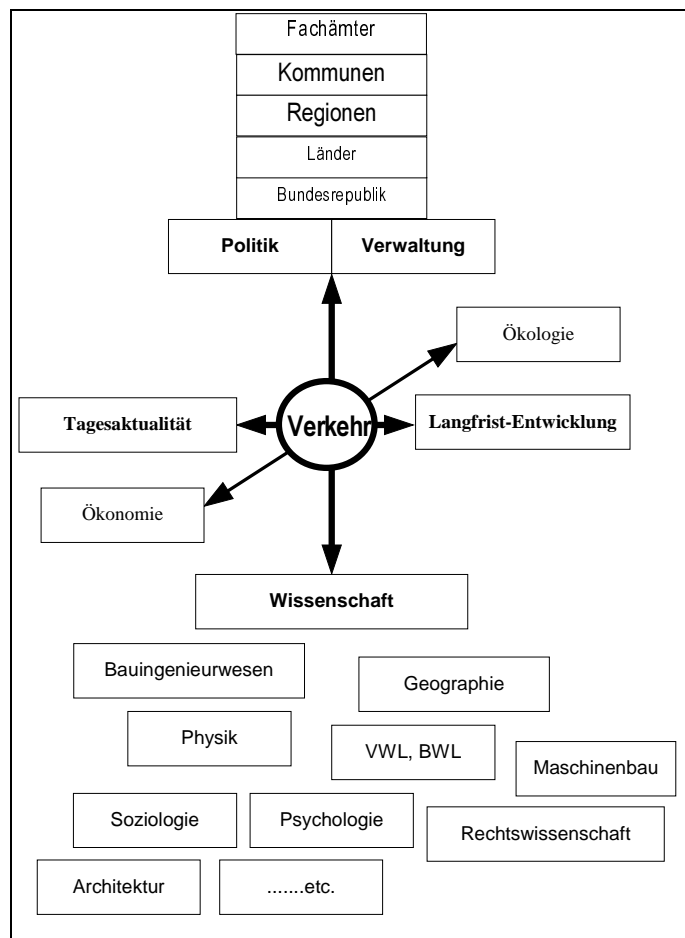
<sup>⊗</sup> willkürlicher Herausgriff aus: Jean Améry: Jean-Paul Sartres Engagement; in: Hoffmann, Kurt [Hrsg]: Macht und Ohnmacht der Intellektuellen; Hamburg 1968: Wegner.

erfahrene und sattelfeste Wissenschaftler geneigt ist, die Übertragbarkeit seiner logischen Gebäude zu vermuten und fremde wissenschaftliche Verfahren sich derart zu eigen macht, daß die zweite Fehldeutung eintreten muß: In der Interdisziplinarität verhälfe die eigene Wissenschaft der fremden Disziplin zu richtigen Ergebnissen. „Im Vertrauen gesagt“, meinte der Nachbar im Arbeitskreis, „ist die Soziologie die Vollendung der Geographie, so wie die Astronomie die Vollenderin der Astrologie ist.“

Die dritte Fehldeutung betrifft den Wert der interdisziplinär entstandenen Ergebnisse, der geradezu zwangsläufig überschätzt wird und zudem den Anschein von Konsens in sich trägt. Für den Wert dieser Ergebnisse sind leider keine Kriterien oder Meßgrößen verfügbar. Hier ist zu fordern, daß den Ergebnissen ein Interdisziplinaritätsprotokoll beigegeben wird, in dem nicht nur die Bemühungen der Teilnehmer der Forschungsgruppe um die Aufdeckung von Nicht-Parallelitäten, sondern auch die Bedingungen der Konsensbildung vermerkt werden. Der Zwang, Ergebnisse vorzulegen, führt ja nicht selten zu Übereinkünften, die insofern unbrauchbar sind, als sie Unterschiede in den Interpretationen verdecken. Dem Verfasser ist kein Beispiel bekannt, in dem eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe aus diesem Grunde eine Aussage verweigert hätte, obwohl die Beispiele für die Nicht-Verhandelbarkeit z.B. von Kriterien Legion sind, man denke nur an den Begriff der „nicht-monetarisierbaren, qualitativen“ Kriterien, der für Ökonomen ein Nicht-Begriff ist.

Diese Probleme treffen die Verkehrswissenschaft selbst in ganz besonderem Maße, ist sie doch als Querschnittsdisziplin an sich interdisziplinär. Die **Abbildung 1** verweist auf die Grundschwierigkeit des „Verkehrs“, an dem nicht nur eine Vielzahl von Wissenschaften arbeitet, sondern der auch in den administrativen und politischen Ebenen in zahlreiche Zuständigkeiten aufgesplittet ist. Da er nahezu alle Lebensbereiche tangiert, ist er sowohl von Tages-, als auch von Langfrist-Aktualität und ist das exemplarische Spannungsfeld von Ökologie und Ökonomie.

Gleichzeitig sind die Reichweite der Wirkungen und der Bedingungsraum des Verkehrs so groß, daß eine einzelne Fachrichtung kaum genügend Methoden anbieten wird, seine Phänomene zu beschreiben und seine Einflußmöglichkeiten zu bestimmen.



**Abbildung 1:** “Verkehr“ als mehrfach interdisziplinäre Aufgabe

Dieser Arbeitsbericht soll denn auch über die genannten Vorbehalte hinausweisen: Als Beitrag zum internen Interdisziplinären Verständnis, wie als Vermittlung der Sujets, mit denen sich die Verkehrswissenschaften beschäftigen, nach außen. Die Herausgeber wollten freilich die Vorbehalte nicht verschweigen und so findet sich neben diesem Vorwort auch ein Beitrag eines advocatus diaboli, der der interdisziplinären Euphorie bewußt widerspricht.

Die Technikfolgenabschätzung, oft als Interdisziplinarität an sich bezeichnet, kann hier auch Forum sein, wie die Reihe der Workshops Forum sind für das interdisziplinäre Gespräch, dessen Grundregel lautet:

*Es ist jedes Argument zugelassen,  
das dem Bezugs- oder Gegenargument mindestens die gleiche Ernsthaftigkeit zuspricht.*

**Dr. Konrad Schliephake**

*Geographisches Institut der Universität Würzburg*

## **Verkehrswissenschaft Geographie**

### **1 Einleitung**

Was kann die Geographie zu der gestellten Aufgabe "Bild und Sprache - Modellvorstellungen in den verkehrswissenschaftlichen Disziplinen" leisten? Ist sie nicht geradezu aufzurufen, das Nicht-sprachliche, das Nicht-modellhafte zu behandeln? Aus der Vergangenheit, vielleicht vom Schulunterricht her wissen wir, daß sich die Geographen mit dem Körperhaften, den konkret vorhandenen Elementen und Mustern auf der Erdoberfläche und ihrer räumlichen Anordnung und Verteilung beschäftigt. Dort beginnt auch die "klassische" Verkehrsgeographie der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts (zur Geschichte z.B. SCHLIEPHAKE 1987): Wie sind die Zusammenhänge zwischen Relief und Verkehrswegen, welche Wirkung hat das Thema auf Verkehrswege und Verkehrsmittel?

Ein solcher "morphologischer Ansatz" konnte keine Bedeutung erlangen: Zu gering war die raumgestaltende Wirkung der Verkehrsstrassen etwa im Vergleich zu den erosiven und akkumulativen Kräften der Natur, zu Flächenverbrauch von Landwirtschaft und Siedlung. Zu trivial erschienen manche konstruierten Zusammenhänge der Eisenbahn- und Tunnelgeographien, und so stand die Aussagen eines Rezensenten zu einer 1918 veröffentlichten, damals sensationell erscheinenden verkehrsgeographischen Monographie im Raum, der den Spruch einer bekannten Sängerin über eine Kollegin aus einer anderen Stimmlage zitierte: "Elle est la première de son genre, mais son genre n'est pas premier" (RÜHL 1918). Solchermaßen eingeschätzt in den Höhen des akademischen Olymps, spielte die Teildisziplin weitere 60 Jahre eine Nebenrolle, eher der Vollständigkeit halber in den Lehrbüchern erwähnt, ohne Verankerung in Hochschulen (z.B. Lehrstühle mit ausgewiesener Spezialisierung) oder Lehrbüchern.

Erst in den letzten 10-15 Jahren ändert sich das Bild dramatisch, und die Gründungen von Arbeitskreisen "Verkehr" beim Deutschen Verband für Angewandte Geographie (1994, vgl. VOSKUHL 1996) und beim Zentralverband der Geographen im Herbst 1997



signalisieren erwachendes Interesse, das mit einem Paradigmenwandel einhergeht. Die Impulse dazu kommen kaum aus dem Fach, sondern vielmehr aus der Gesellschaft, wo schnell zuwachsende Mobilität von Personen und Gütern ebenso wie die ökologischen Folgen als Problemfelder erkannt werden.

## **2 Position und Aufgabenfelder der Verkehrsgeographie**

Wie in jeder empirisch orientierten Wissenschaft gehört der Streit über Gliederungen, Definitionen und Positionierungen von Teildisziplinen zur Tradition. Das muß bei der Geographie, die doch alle raumbezogenen und räumlich differenzierten Elemente und Aktivitäten von Natur und Mensch weltweit analysieren will, besonders ausgeprägt sein. Ist denn nicht dann alles, was uns täglich umgibt, ob sichtbar oder unsichtbar, Geographie?

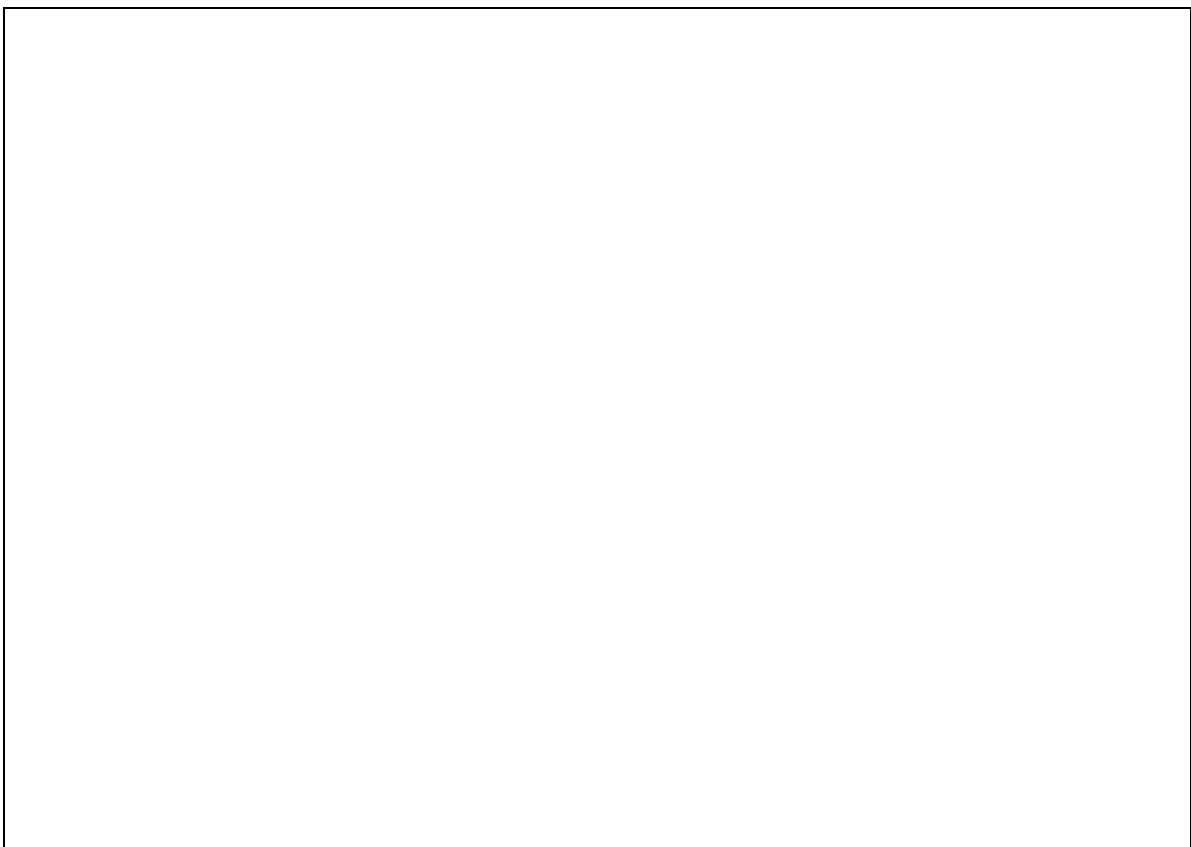
Aus der notwendigerweise objektbezogenen Gliederung der geographischen Aufgabenfelder ergibt sich die Frage der Verortung der Teildisziplin, wobei sich folgende Möglichkeiten anbieten:

- Teildisziplin der Naturgeographie bzw. Morphologie, soweit es um die Körperhaftigkeit von Verkehrswegen geht (so z.B. vorgeschlagen von HETTNER 1952). Auch die aktuellen Problemfelder der Flächen- und ökologischen Belastung bis hin zu Klimaeffekten verweisen auf diesen Zusammenhang (s.u.; dazu z.B. SKOWRONEK 1986; HUGHES 1993);
- Teildisziplin einer wie auch immer zu definierenden Sozialgeographie etwa im Sinne von MAIER (zuletzt mit ATZKERN 1992), da das Mobilitätsverhalten von Personen (und über das Konsumverhalten teilweise auch von Gütern) nicht immer von ökonomisch rationalen Entscheidungen abhängt. Es gibt doch zu bedenken, wenn 53 % des personenkilometrischen Aufkommens in Deutschland auf Freizeitwecke entfällt und damit nicht produktions- sondern konsumorientiert ist;
- Einordnung in ein noch diffuses Arbeitsfeld zwischen politischer Geographie (z.B. im Blick auf die Steuerungs- und Baumaßnahmen des Staates) und einer Geographie der Firmenorganisation etwa im Sinne von DICKEN 1992 (so angeregt bei NUHN 1994);

- Teildisziplin der Wirtschaftsgeographie und dort im Bereich der Geographie des Tertiären Sektors anzusiedeln, wie dies UHLIG bereits 1970 vorschlug.

Wir wissen, daß jede disziplinäre Einordnung etwas Artifizielles an sich hat und gerade für die Verkehrsgeographie nie allen Facetten des Phänomens gerecht wird. Trotzdem soll im folgenden der Verkehr im Raum aus wirtschaftsgeographischer Sicht betrachtet werden, so wie dies an anderer Stelle (z.B. SCHLIEPHAKE 1987; 1996) immer wieder vorgeschlagen wurde.

Die in Abb. 1 präsentierte Einordnung der verkehrlichen Phänomene in ein Angebot-Nachfrage-Schema bleibt immer strittig. Die Ökonomie zeigt uns, daß Angebot und Nachfrage voneinander abhängig sind und sich bedingen, ohne je wirklich kongruent zu sein. So ist vor allem der Ordnungsansatz von Nutzen in einem diffusen Prozeßfeld, in dem der Forscher nach den Pfaden der Ariadne sucht.



**Abbildung 1:** Verkehr als Nachfrage-Angebots-System im Raum

Betrachten wir nun einige Prozeß- und Problemfelder, mit denen sich aktuelle Verkehrsgeographen beschäftigen, wobei insbesondere auf eigene rezente Veröffentlichungen (z.B. MARQUARDT-KURON & SCHLIEPHAKE 1996) zu verweisen ist.

### 3 Das Problemfeld Angebot-Nachfrage

Auch wenn die Trennung in der Praxis bisweilen künstlich erscheint, ist sie schon allein deshalb vorzunehmen, weil aus den Disparitäten zwischen den Elementen Angebot und Nachfrage sich eine Vielzahl von räumlichen Prozessen und Mustern erklären lassen. Dabei streiten sich Ökonomen bis heute, ob Transport ein neutrales Element der Warenproduktion sei, wie es Marx formulierte (so z.B. JACOB 1984) und auch Christaller annahm und ob er sozusagen ein *ancillary service* sei; oder ob das Verkehrssystem (als Integration von Angebot und Nachfrage) eine gewaltige Kraft sei, die "selbstnährende Prozesse" im Sinne von VOIGT (zuletzt 1973) und seinen Schülern (HEINZE 1985; ABERLE 1996) auslöst? Für die Geographen, die ja räumliche und nicht ökonomische Prozesse in den Vordergrund stellen, scheint die Frage im letzteren Sinne gelöst, sie finden hier ihr Betätigungsfeld.

#### 3.1 Die Elemente der Nachfrage

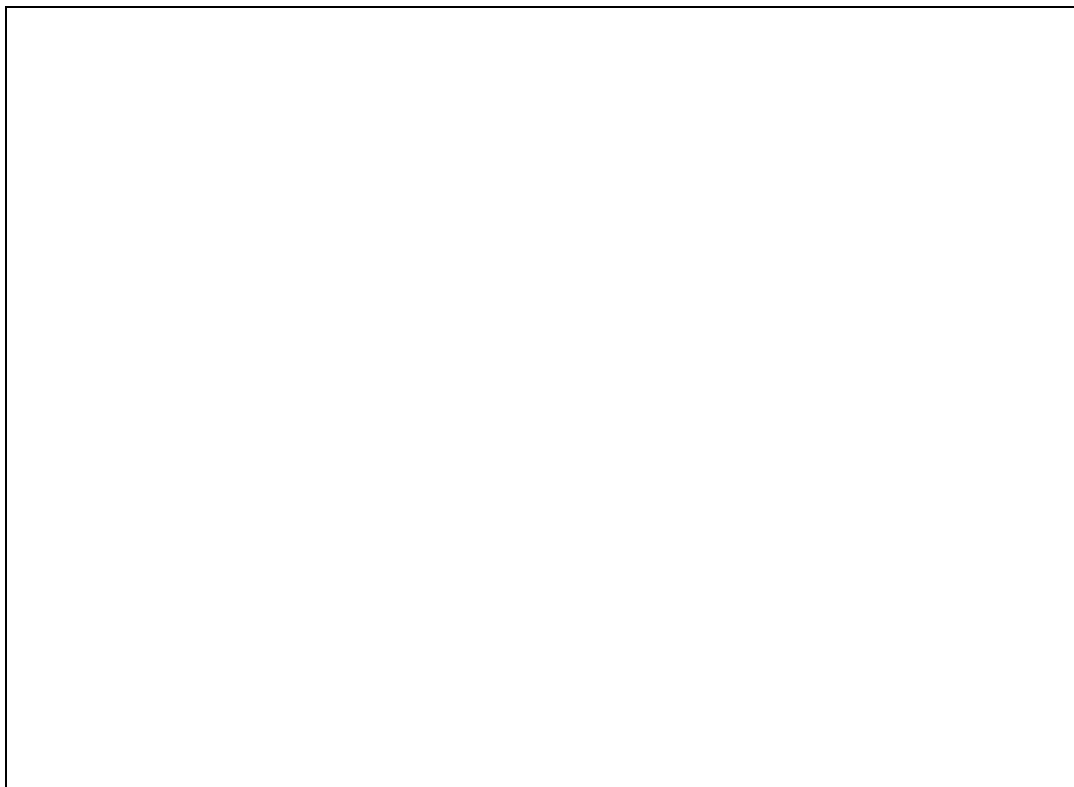
Über die allgemeinen Parameter der Nachfrage im Personen- und Güterverkehr sind wir recht gut unterrichtet. Bilder wie die der Abb. 2 erschrecken, die Medien setzen noch einen drauf: Werden Deutschland, Europa, ja viele Entwicklungsländer von der schnell zuwachsenden Mobilität überrollt? Abb. 2 zeigt den Zuwachs im Personenverkehr, wo heute auf Deutschlands Verkehrswegen täglich 163 Mio. motorisierte Wege stattfinden und dabei 31 km pro Tag und Einwohner zurückgelegt werden (nach *Verkehr in Zahlen* 1997: 214, 217). Über das Zustandekommen dieser Daten haben wir nicht zu befinden, kleinräumliche Untersuchungen in den alten (z.B. BAMBERG 1993) und neuen (z.B. SCHULZ 1996) Bundesländern zeigen aber weitgehende Übereinstimmung.

Schwieriger wird es, wenn - wie für die konkrete Planung notwendig - strukturelle und vor allem topographische Elemente wie Quell-Ziel-Beziehungen zu erforschen sind. Hier bieten sich verschiedene heuristische Modelle zur Evaluierung der Verkehrsnachfrage an, die wir im abschließenden Kap. 6 vorstellen.

Während sich die Verkehrsgeographie nachgerade liebevoll der Personenverkehrsnachfrage - insbesondere für die Planung im öffentlichen

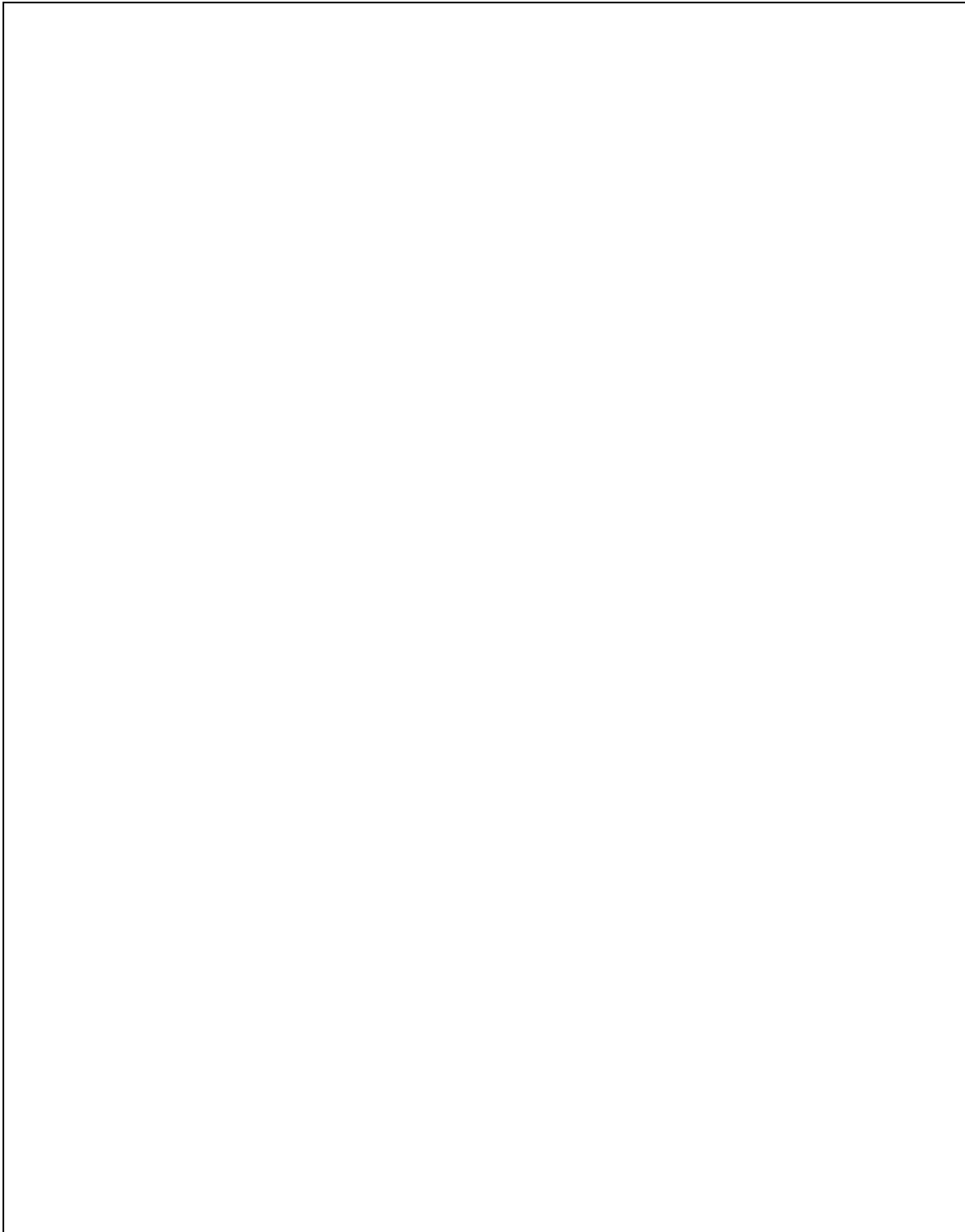
Personenverkehr (ÖV) - widmet, bleibt der Güterverkehr, der gemäß Abb. 3 die gleichen Phänomene des Wachstums aufweist, ein Stiefkind.

Im einheitlichen Wirtschaftsraum wie der Europäischen Union werden immer größere Produktionseinheiten an immer weniger Standorten den Verbraucher versorgen. Schon MYRDAL (1959) hat auf die daraus resultierenden "kumulativen Kausalketten" der Konzentration und Ausbildung räumlicher Disparitäten hingewiesen. Trotzdem bleibt das Henne-Ei ungelöst. Ist das Güterverkehrsaufkommen, das (ohne Kohle) 1950-1990 in Deutschland mit 4,6 % p.a. etwas stärker stieg als das Bruttosozialprodukt mit 4,5 % eine rein abhängige Variable der Güterproduktion oder wächst es bei offenbar sinkenden Transportkosten (entsprechend der Allokation der staatlichen Investitionen) und zunehmend möglicher Spezialisierung der Produktionsstandorte auch autonom? Die Verkehrsgeographie hat sich diesen eindeutig raumbezogenen Fragen bisher eher verweigert, nur zur Abschätzung (und Optimierung) der räumlichen Nachfrage liegen Arbeiten vor (z.B. KLEIN 1980; SCHLIEPHAKE & SCHULZ 1994; MAURER 1998). Die schwierige Erfassung der Gütertransporte bei schnell nachlassender Qualität der Statistik spielt hier sicherlich eine Rolle, entschuldigt aber nicht die Forschungslücke.



**Abbildung 2:** Deutschland (West). Gesamtverkehrsaufkommen im Personenverkehr nach Verkehrsträgern in Mrd. Pkm, 1960-1990

Quelle: Berechnungen K.S. nach *Verkehr in Zahlen*.



**Abbildung 3:** Güterverkehr in Deutschland (West) 1960-1992 und Anteil der Verkehrsträger in Mrd.t Km

### 3.2 Die Elemente des Angebotes

Ganzheitliche Darstellungen von Struktur, Funktion und Verteilung der Verkehrswege und Verkehrsmittel gehören zum eigentlichen Aufgabenfeld der Verkehrsgeographie, das jedoch aus einer gewissen Angst gegenüber (monokausalen) Realdarstellungen kaum bearbeitet wird: Man denke etwa an die Abneigung gegenüber den so notwendigen landeskundlich-synthetischen Darstellungen!

Auf die in den 70er Jahren vorgelegten Arbeiten zur Netzoptimierung auf der Basis graphentheoretischer Überlegungen etwa zum Eisenbahnnetz (z.B. SCHICKHOFF 1978) sind kaum weitergeführt worden. Dies vielleicht auch deshalb, weil heute das Straßennetz, auf dem 66,5 % der Güterverkehrs- und 90 % der motorisierten Personenverkehrsleistungen abgewickelt werden, praktisch ubiquitär erscheint (nach *Verkehr in Zahlen* 1997: 219, 237).

Bei genauerer Betrachtung der Szene stellen wir allerdings fest, daß ein großer Teil verkehrsgeographisch-planerischer Arbeiten weiterhin angebotsorientiert vorgeht, d.h. einem in sich optimierten Angebot (unabhängige Variable) stellen sie die (reale oder potentielle) Nachfrage als abhängige Variable gegenüber (vgl. MARQUARDT-KURON 1996).

Aus der Evaluierung von Angebot und (aktueller bzw. potentieller) Nachfrage resultiert ein wichtiger Erklärungsansatz für die Entstehung regionaler Disparitäten. Die Bewertung von Verkehrserschließung bzw. Erreichbarkeit (vgl. auch *Raumordnungsbericht...* 1994; LUTTER 1996; HERRIG 1996) mündet in die Fragestellungen

- Mit welchen Quantitäten und Qualitäten des Infrastrukturausbaus kann der schnell zuwachsende Verkehr in den städtischen und Verdichtungsräumen bewältigt werden?
- Wie können ländliche Räume in bezug auf ihre innere und äußere Erreichbarkeit als Wohn- und Produktionsstandorte attraktiv bleiben?

Hierzu gibt es eine umfangreiche Regionalliteratur (vgl. z.B. SCHLIEPHAKE 1991; KAGERMEIER 1997), die eine heute schon fast "klassisches" Arbeitsgebiet beschreibt.

## **4 Das Problemfeld Organisation und Optimierung**

Hier können einmal die Anbieter von Verkehrsleistungen betrachtet werden. Im föderalen Staat, wo die Bundesebene nur in der Bundesverkehrswegeplanung eigenständig in den räumlichen Entwicklungsprozeß eingreifen kann, hat der Infrastrukturausbau als Steuerungselement einen besonders hohen Stellenwert (vgl. GATZWEILER u.a. 1991). Neue Organisationsformen im Gefolge einer neoliberalen "Verschlankung" des Staates führen zu Regionalisierung von (öffentlichen) Verkehrsangeboten (z.B. NAUMANN 1996). Weit offener und weniger von Geographen beherrscht ist die Frage der Optimierung von Verkehrssystemen (insbesondere in der Abwägung Straße versus Schiene/Wasserweg), wo Emotionen leicht die Fakten verstellen (s. auch Kap. 5). Recht nützlich sind Untersuchungen auf kleinräumlicher Ebene zu Entscheidungsprozessen (vgl. GSÄNGER 1996) und Entscheidungsebenen (z.B. SCHLIEPHAKE & NIEDERMEYER 1996) beim Infrastrukturausbau.

## **5 Das Problemfeld ökologische Bewertung**

Ein weiteres Arbeitsfeld liegt dem Geographen in seiner Position am Berührungspunkt zwischen Natur und wirtschaftendem Menschen besonders am Herzen. Wir wissen um das Dilemma zwischen einer durch Wirtschaftswachstum schnell zunehmenden Mobilität von Personen und Gütern einerseits und den Umweltbelastungen durch den Verkehr andererseits und fordern die "Verkehrswende" (HESSE 1995). Wir wissen, daß sich zwei Drittel der Bundesbürger über Verkehrslärm beklagen, daß seine Verkehrswege (einschl. Unterbau) heute ca. 7 % der Staatsfläche belegen und versiegeln. Nicht nur der Anteil an den Emissionen, wo der Verkehr bei Stickoxiden und Kohlenmonoxid für 72 % der Emissionen und beim Kohlendioxid für 23 % verantwortlich ist, sondern auch der Anteil am nationalen Energieverbrauch des Straßenverkehrs von 25 % (darum wiederum 75 % für den Individualverkehr) scheinen uns vorerst nicht zu bedrücken. Die Prognosen von HUGHES (1993) gehen davon aus, daß bei einer Laissez faire-Politik sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Individualverkehrs bis zum Jahr 2025 verdoppelt.

Für den Bereich der Emissionen liegen inzwischen umfangreiche Datensätze auf Bundesebene vor (z.B. wiedergegeben in *Verkehr in Zahlen*), mit denen wir in der Region Fallstudien (z.B. VOGEL 1987; SCHLIEPHAKE 1991) erarbeiten konnten. Weniger ertragreich war bislang die Beschäftigung mit dem Flächenverbrauch. Hier gibt es noch Forschungslücken nicht nur bei der Bewertung der Effekte der verkehrlichen Emissionen, sondern auch bei der Konzeption umweltverträglicher und von allen Bürgergruppen akzeptierbarer Mobilitätsformen (vgl. dazu z.B. LIEBICH 1996).

Ein weiterer Punkt, an den Geographen - obwohl häufig ökonomisch vorgebildet - zu wenig denken, ist der Aufgabenbereich der Evaluierung und Monetarisierung von ökologischen Elementen und Effekten. Wenn wir auch mit dem Instrument der Umweltverträglichkeitsprüfung (vgl. MAGER u.a. 1994) befaßt sind, so fehlt doch eine breite Front der Auseinandersetzung. Das steht im Gegensatz zu den Aktivitäten der Umweltökonomien, die sich zunehmend mit der Monetarisierung der Natur beschäftigen, auch wenn sie glauben, sie habe aus "ökonomischer Sicht keinen Eigenwert" (vgl. CANSIER 1993: 16). Trotzdem zeigt uns die neue Teildisziplin der Wirtschaftswissenschaften, daß wir mit einem knappen "Bestand an Umweltkapital" leben und diesen erhalten müssen. Wenn (Verkehrs-) Geographie politisch wirksam sein soll, dann ist sie im interdisziplinären Kontext gezwungen, die Elemente der Natur als (Geld-) Wert in ihr Kalkül eingehen zu lassen.

## **6 Fallbeispiel Stadtverkehr Crailsheim**

### **6.1 Einleitung - Methoden**

Die bisherigen Ausführungen, vielleicht auch der etwas skeptische Tenor, könnten leicht die Vorstellung erwecken, der Geograph sei ob seiner von Natur aus ökologischen Grundhaltung der Verhinderer des technischen Fortschrittes und des Infrastrukturausbaus. Er wolle die Mobilität von Personen und Gütern als Ausdruck individueller Freiheit in Bewegung und Konsum eher unterdrücken als fördern.

Bei manchen Projekten sind mahnende Worte wirklich von Nutzen (vgl. BOESLER & MARQUARDT-KURON 1996), trotzdem sollte der Geograph nicht in die große "Ver-



hinderer-Kiste" gesteckt werden, wie dies ein Blick in die Presse bisweilen als Eindruck entstehen läßt (vgl. SCHLIEPHAKE 1993).

Das Beispiel einer nachfrageorientierten ÖV-Planung für die Große Kreisstadt Crailsheim (31.000 Einwohner) sei daher als Fallstudie (nach SCHLIEPHAKE 1997) an den Schluß gestellt; das Verfahren wurde auch in anderen Räumen (Coburg, Nahverkehrspläne in Hessen, Bayern und Baden-Württemberg) angewandt.

Neben einer Analyse der aktuellen Bewegungen im motorisierten Individualverkehr (MIV) und ÖV in der Stadt durch Zählungen und Befragungen stand die Bewertung der potentiellen Nachfrage nach Mobilitätsleistungen.

Dazu eignen sich traditionell folgende Verfahren:

- Gravitationsmodelle, wobei die theoretischen Interaktionen zwischen allen Wohnstandorten des Untersuchungsgebietes in Abhängigkeit von Distanz und den Einwohnerzahlen von Quell- und Zielorten berechnet werden, mit folgender Formel:

$$I_{ij} = k \frac{(P_i \times P_j)^\beta}{d_{ij}^\alpha}$$

dabei bedeuten

$I_{ij}$  = Interaktion, d.h. Austausch von Personen (bzw. Gütern) zwischen i und j

k = Konstante "Affinität" der beiden Standorte i und j zueinander

$d_{ij}$  = Distanz der Standorte i und j voneinander

$\alpha$  = Exponent der speziellen Wirkung der Distanz

$\beta$  = Exponent der speziellen Wirkung der Städtegrößen aufeinander (nach TAAFE & GAUTHIER 1973: 75; vgl. auch SCHLIEPHAKE 1982: 114).

Der vergleichsweise hohe Aufwand für die Eichung der Parameter und die Rechenvorgänge führt zu einer recht seltenen Anwendung des Verfahrens in der Praxis:

- Szenarien der Änderung im Modal split (Aufteilung der Nachfrage auf die Verkehrsträger), wobei ein Teil der derzeitigen MIV-Mobilität dem ÖV zugeordnet werden soll. Befragungen von Pkw-Lenkern im Verkehrsfluß ergaben nach deren Angaben 42 % "umsteigewillige" Pkw-Fahrer an Gesamt, allerdings dürfte der umlegungsfähige Teil der derzeitigen Pkw-Mobilität realistisch nicht höher als 5 % bis 15 % des aktuellen Aufkommens betragen (zur Diskussion auch SCHLIEPHAKE & SCHULZ 1994). Auf solche pauschale Umlegungen, etwa gestützt auf die DTV-Zählwerte im Individualverkehr (24-Stunden-Zählungen durch die Straßenbaubehörden) ist jedoch zu verzichten. Die Querschnittszählungen enthalten einen unbekanntem Anteil von nicht-ÖV-fähigen Transitverkehren und führen leicht zu unrealistischen Ergebnissen. Auch sind die für die Planung notwendigen Quell-Ziel-Beziehungen der potentiellen Nachfrager nicht klar sichtbar;
- Einwohnerbezogenes Verkehrserzeugungsmodell (trip generation model). Nach Berechnungen des DIW für das Bundesverkehrsministerium (s. *Verkehr in Zahlen* 1997: 217) legt jeder Deutsche derzeit 29,7 km am Tag mit motorisierten Verkehrsmitteln (ohne Flugzeug) zurück, davon mit
  - MIV (Pkw, Motorrad): 84 %
  - ÖV (Straße und Schiene): 16 %.
 Das heißt, daß im bundesdeutschen Durchschnitt jeder Bürger täglich knapp 5 km mit ÖV zurücklegt, davon je ½ mit Bussen und Bahnen. Von den 1,98 motorisierten Bewegungen, die er täglich absolviert entfallen wiederum 1,66 auf den MIV und 0,32 auf den ÖV. Daraus können wir schließen, daß pro Einwohner und Tag im ÖV zu rechnen ist mit 0,32 ÖV-Bewegungen (s. Tab. 1.). Zwar schwankt das Mobilitätsverhalten je nach sozio-ökonomischen und Altersgruppen sowie nach Regionstyp, ohne daß dazu ganzheitliche Erkenntnisse vorliegen. Frühere (SCHLIEPHAKE & MOHR 1992; MOHR 1996) und aktuelle Berechnungen zeigen jedoch, daß mit den Zahlen realistisch operiert werden kann und daß die räumliche Darstellung des Verkehrsgeschehens zumindest im semantischen Differential korrekt ist.

**Tab. 1:** Deutschland (Ost und West). Motorisierte Bewegungen pro Einwohner und Tag nach Fahrtzwecken, Gesamt und in öffentlichen Verkehrsmitteln

Fahrtzweck	Motorisierte Bewegungen Gesamt	ÖV-Bewegungen	Anteil Fahrtzweck an Gesamt-ÖV-Bewegungen
Beruf, Geschäft	0,73	0,088	27,5 %
Ausbildung	0,12	0,084	26,3 %
Einkauf, Versorgung	0,43	0,077	24,0 %
Freizeit, Urlaub	0,70	0,071	22,2 %
<b>Gesamt</b>	1,98	0,32	100 %/ 0,32

Quelle: Berechnungen K.S. nach *Verkehr in Zahlen* 1997: 215, 222

Bei hypothetischem gleichem Mobilitätsverhalten ist es daher plausibel, daß jeder Einwohner werktäglich ca. 0,3 ÖV-Fahrten nachfragt, wovon ungefähr je ¼ auf die vier Hauptfahrtmotive Beruf/Geschäft, Ausbildung, Einkauf/Versorgung und Freizeit/Urlaub entfallen (s. Tab. 1).

Damit kann das ÖV-Nachfragepotential zwischen jeder Quelle A und jedem Ziel B für die einzelnen Fahrtzwecke nach folgender Formel berechnet werden:

$$F_{\text{potab}} = Ew_a \times 0,3 \times 0,25 \times \text{Anteil} \frac{AB}{AN} \times k$$

wobei

$F_{\text{potab}}$  = potentielle Nachfrage (Bewegungen/Tag/beide Richtungen) zwischen Verkehrszelle A und Verkehrszelle B

$Ew_a$  = Einwohner Ortsteil A

$0,3 \times 0,25$  = zu erwartende ÖV-Fahrtenfälle je Einwohner und Fahrtzweck

Anteil  $\frac{AB}{AN}$  =

Anteil Fahrten zwischen A und B an Gesamtbewegungen zwischen Verkehrszelle A und allen untersuchten Verkehrszellen N

k = Korrekturfaktor.

Zum Auffüllen der Formel geht es nun darum, für jede Verkehrszelle die tatsächlichen Zieladressen für jeden der vier Fahrtzwecke zu finden.

## 6.2 Das Ergebnis für Crailsheim

Stadtverwaltung und Gemeinderat der Großen Kreisstadt Crailsheim (31.000 Einwohner) standen schon seit längerer Zeit vor der Frage, ob die Einrichtung eines flächendeckenden Stadtbussystems sinnvoll sei, wobei bereits zwei Stadtbuslinien im Takt innerhalb der Verkehrsgemeinschaft Schwäbisch Hall (VSH) mit Unterstützung der Stadt betrieben wurden. Die Frage nach einer möglichen Ausdehnung blieb jedoch offen. Unsere Arbeitsgruppe schlug zur Erarbeitung einer Datenbasis folgende Erhebungen vor:

- Analyse (Zählung und Befragung) der Fahrgäste in den Stadtbuslinien und einbrechenden Regionalbuslinien;
- Bewertung von Daten zu Schülerbewegungen und zum Pkw-Aufkommen/24 h (DTV-Werte der Straßenbauverwaltung);
- Durchführung einer Haushaltsbefragung zur Tagesmobilität mit einem speziell konzipierten Fragebogen (Typ "Standorte der Daseinsgrundfunktionen").

Aus den ÖV-Analysen im Oktober 1995 und den Zählenden der Straßenbauverwaltung erhielten wir ein Mobilitätsprofil der Crailsheimer Bevölkerung gemäß Tab. 2.

Danach wurden 1995 7,2 % der innerstädtischen und 10,2 % der stadtgrenzüberschreitenden Bewegungen mit öffentlichen Verkehrsmitteln (Stadtbusse, Regionalbusse und DB-Zug ab Crailsheim Bahnhof) abgewickelt. Im Idealfall (0,3 ÖV-Bewegungen pro Einwohner) wären dagegen 9,150 ÖV-Bewegungen zu erwarten, eine Verdoppelung gegenüber der aktuellen Zahl. Die derzeitige Struktur der ÖV-Benutzer deutet auf eine geringe Attraktivität hin: 55 % der Fahrgäste in den Stadtbuslinien sind Jugendliche, die zu 87 % gratis befördert werden. In den Regionalbuslinien (stadtgrenzüberschreitend) finden wir sogar 76 % Jugendliche. Daher ist die Ausbildung das wichtigste Fahrtmotiv, gefolgt von Arbeit/Geschäft mit 19 %, Einkauf/Besorgung mit 17,5 % und Freizeit/privater Besuch mit 11 %. Nur 7 % der Fahrgäste bezeichnen sich als Kann-Fahrer mit Führerschein- und Pkw-Besitz.

<b>Tab. 2:</b> Stadt Crailsheim. Mobilitätsprofil der Crailsheimer Bevölkerung (motorisierte Bewegungen an einem Werktag), alle Richtungen			
Orientierung	ÖV	MIV	Gesamt
Innerstädtisch	2.510	36.295	38.805
Aus-/einbrechend	1.575	15.555	17.130
Gesamt	4.085	51.850	55.935

Quelle: Berechnungen K.S. nach Fahrgastzählungen und Auswertungen DTV-Werte, Herbst 1995

Unsere Haushaltsbefragungen ergaben Mobilitätsprofile für 8,3 % der Stadtbewohner, dabei war jede der von uns ausgewiesenen 15 statistischen Einheiten (Stadtteil bzw. Wahlbezirk) repräsentativ vertreten. Von den Befragten bezeichneten sich 11,8 % als Stadtbusbenutzer, 53 % sind bei Angebotsverbesserung (vor allem dichtere Takte) zu häufigerer ÖV-Benutzung bereit. 32 % wünschen sich vom ÖV mehr Fahrten, 14 % bessere Flächenerschließung und 12 % einen übersichtlicheren Fahrplan.

Ein besonders wichtiges Ergebnis der Haushaltsbefragungen war die Gewinnung von Zieladressen der Tagesmobilität für die vier Fahrtzwecke Beruf/Geschäft, Ausbildung, Freizeit und Versorgung, wobei der Rechenweg in Tab. 3 vorgestellt wird.

Die räumliche Orientierung der potentiellen ÖV-Nachfrage (alle Fahrtzwecke) in Aufteilung auf die einzelnen Stadtviertel zeigt abschließend die Abb. 4.

Die Gesamtdaten (Ergebnisse für die 22 Stadtteile bzw. Verkehrszellen) werden sodann aggregiert und in Abb. 5 im Vergleich mit den aktuellen ÖV-Bewegungen dargestellt. Diese Abbildung gibt den räumlichen Verlauf von 5.582 täglich zu erwartenden innerstädtischen ÖV-Bewegungen (alle Richtungen) in einem optimal gestalteten Stadtbusnetz wieder, wovon 58 % in Beziehung von/zum Stadtkern stehen. Die übrigen Beziehungen sind vor allem zu den Schulstandorten (Schießberg, Sauerbrunnen) orientiert.

Die für den Stadtplaner bedeutsame räumliche Konzeption des Stadtbusnetzes resultiert aus einer Bewertung der Verkehrsströme und ihrer Orientierung sowie der vorhandenen Straßentrassen, wobei das bestehende Netz der Stadt- und Regionalbusse sinnvoll einzubinden ist. Gemäß Abb. 6 können vier innerstädtische Durchmesserlinien vorgeschlagen werden, wobei eine fünfte Linie die Verbindung zur Nachbargemeinde Satteldorf wahrnimmt.

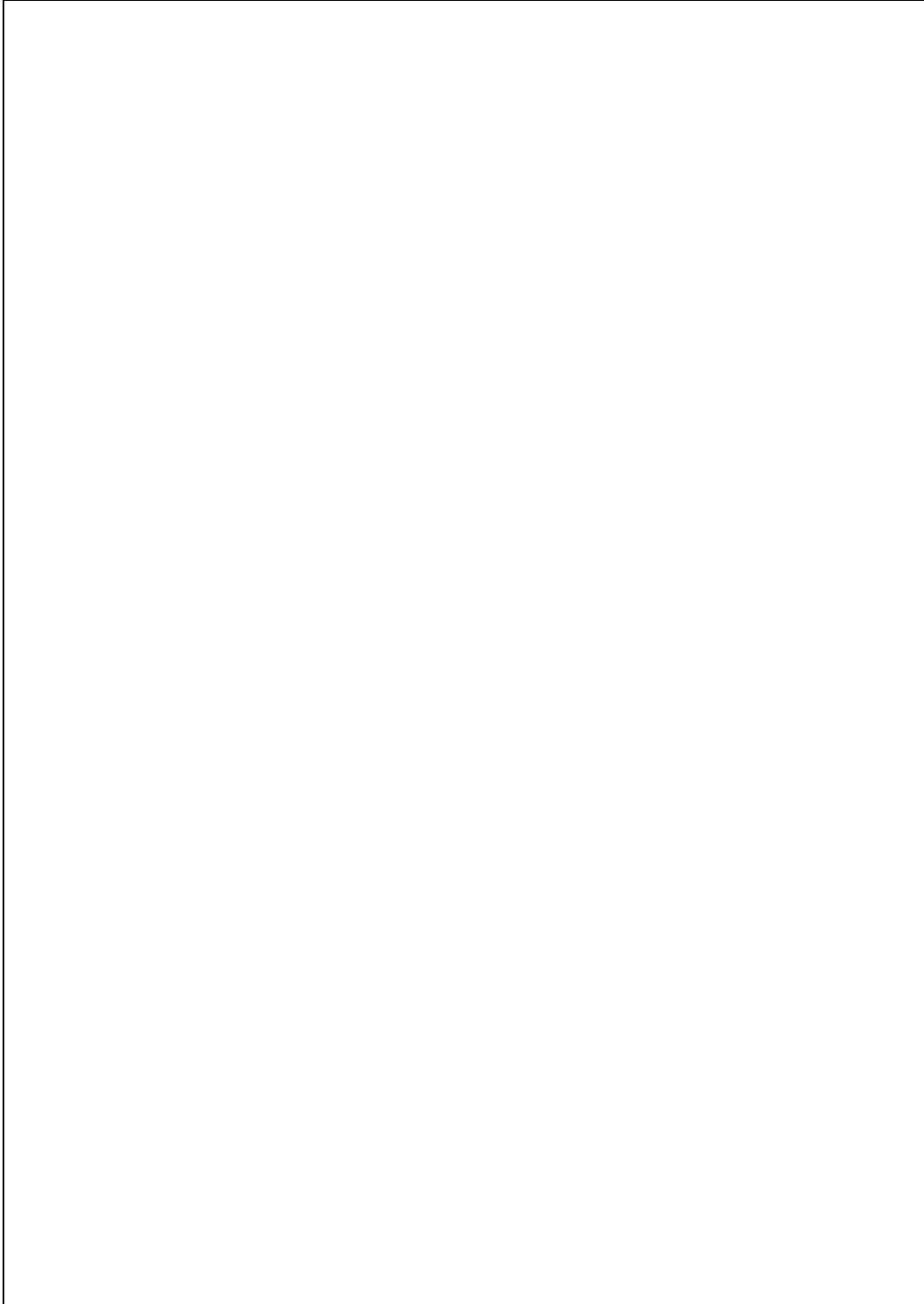
Für jede ÖV-Achse schlagen wir eine Routenführung gemäß Abb. 3 vor, die sich u.a. auf die vorhandenen Haltestellen stützt.

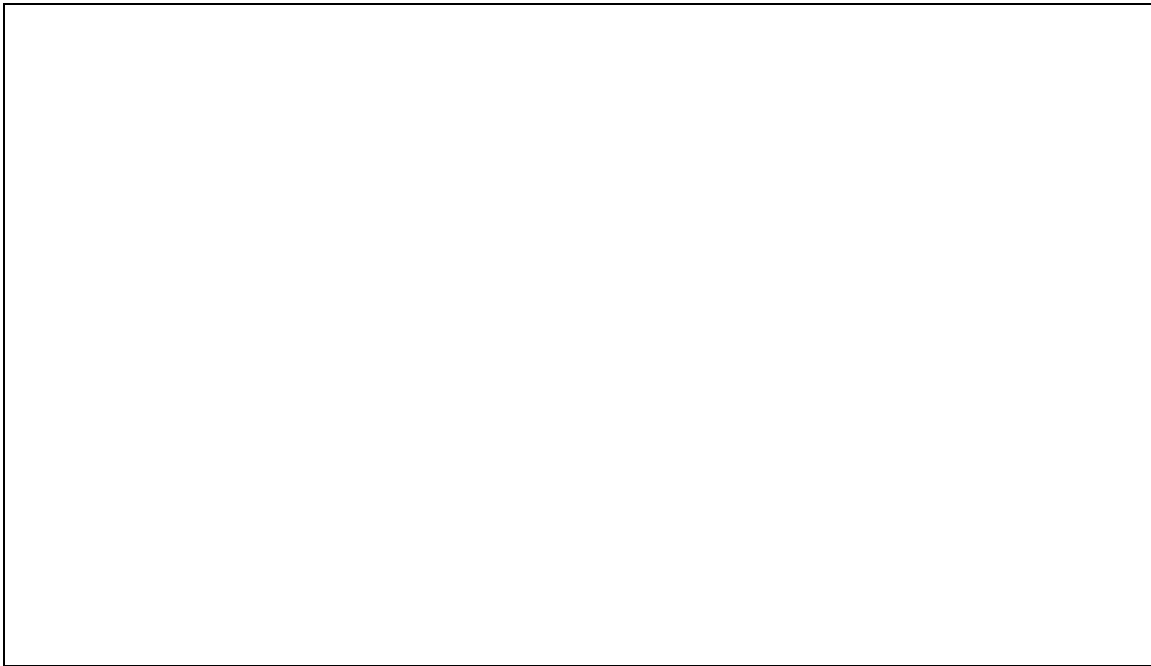
Die Neuordnung der Stadtbuslinien ist zu verbinden mit begleitenden Maßnahmen von

- Schaffen eines einheitlichen Erscheinungsbildes (corporate identity)
- unterstützender Werbung
- Einführung eines Stadtbustarifes, der mit den VSH-Tarifen kompatibel ist.

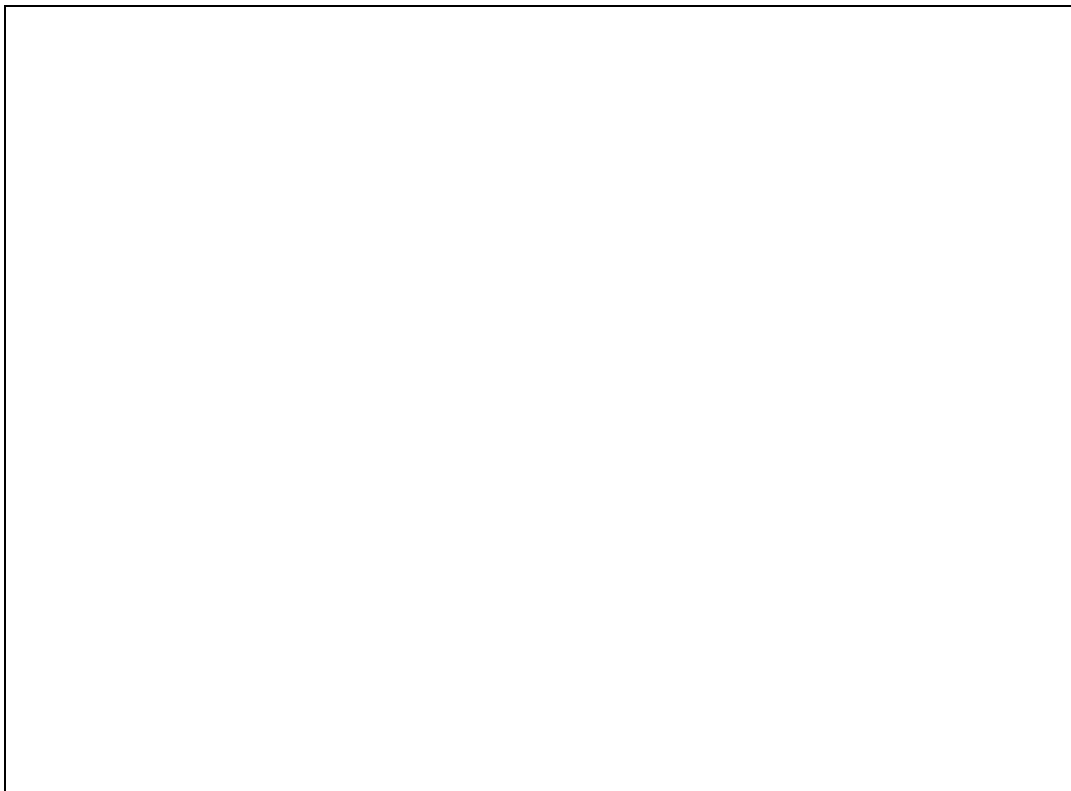
Beispiele aus anderen Mittelstädten beweisen, daß der Bürger ein integrales Stadtbussystem annimmt. Bei Neukonzeptionen mit entsprechender Werbung und "corporate identity" stiegen die Fahrgastzahlen in Städten vergleichbarer Größe um das Zwei- bis Dreifache an (s. u.a. KIPKE 1995; LANG & SCHMECHTIG 1995).

**Tab. 3:** Crailsheim-Goldbach. ÖV-Nachfragepotential nach Fahrtzwecken und Richtungen, Rohdaten (Berechnungen nach Verkehrserzeugungsmodell)





**Abbildung 4:** Crailsheim-Goldbach. Räumliche Orientierung der potentiellen ÖV-Nachfrage (Rohdaten),



Berechnung nach Verkehrserzeugungsmodell

**Abbildung 5:** Stadt Crailsheim. Aktuelle und potentielle ÖV-Bewegungen in den Stadtbuslinien.  
Fahrgäste/Tag/beide Richtungen an einem Schul-Werktag



**Abbildung 6:** Konzeption "Bedarfsorientiertes Stadtbusnetz Crailsheim"

In einer weiteren politischen Überprüfung des Konzeptes (im Sinne von GSÄNGER 1996) führte unsere Arbeitsgruppe im Winter 1996/97 mit Unterstützung der Stadtverwaltung eine Meinungsumfrage bei den Industrie- und Gewerbebetrieben der

Stadt Crailsheim durch, wobei 62 Unternehmen mit 6.911 Beschäftigten (= ca. 65 % der in Mittel- und Großbetrieben Beschäftigten) antworteten. Neben strukturellen Daten (Beginn und Ende der Arbeitszeiten, Verkehrsmittelwahl der Beschäftigten, Lage im aktuellen ÖV-Netz) sollte insbesondere in Erfahrung gebracht werden, ob die Betriebe Interesse an einer Verbesserung der ÖV-Bedienung haben.

Während insbesondere die größeren Betriebe mit 78 % der Crailsheimer Beschäftigten hier positiv antworteten, zeigt die abschließende Tab. 4, daß sehr präzise Vorstellungen zur Verbesserung des ÖV-Angebotes bestehen. An erster Stelle (repräsentativ für 14,5 % der Beschäftigten) wird eine bessere Informationspolitik der ÖV-Unternehmen gefordert, danach folgen mit wenig geringeren Anteilen die Wünsche nach häufigerer Bedienung und besserer Vernetzung/Umsteigemöglichkeiten. Günstigere Fahrpreise werden insbesondere von Kleinbetrieben gefordert, die jedoch nur für 9 % der Beschäftigten sprechen.

**Tab. 4:** Unternehmensbefragung Crailsheim. Vorschläge zur Verbesserung der ÖV-Situation



Nach SCHLIEPHAKE & BERGHOFF 1997.

## **7 Zusammenfassung**

Die kurze Zusammenfassung eigener Arbeiten in Kap. 6 sollte zeigen, daß verkehrsgeographische Arbeiten etwa im Bereich der Mobilitätsforschung durchaus zielorientiert zu praktischen, tagespolitischen Fragen Stellung nehmen. Es ist nicht so sehr die Erarbeitung eigener Methoden, sondern die synthetische Anwendung verschiedener Verfahren aus der eigenen und aus Nachbarwissenschaften, die auf den Raum bezogen bzw. focussiert werden, aus denen sich die Bedeutung einer eigenständigen Verkehrsgeographie, sicherlich immer im interdisziplinären Verbund und Dialog, ergibt.

### **Literatur:**

**ABERLE, G. (1996):** Transportwissenschaft.- München.

**BAMBERG, S. (1993):** Verkehrsmittelwahl.- In: Zeitschrift für Sozialpsychologie 24: 25-37.

**BOESLER, K.A. & A. MARQUARDT-KURON (1996):** Überlegungen zum Weiterbau der Autobahn A 4.- In: A. Marquardt-Kuron & K. Schliephake (Hrsg.): s. dort: 333-349.

**CANSIER, D. (1993):** Umweltökonomie (UTB 1749).- Stuttgart, Jena.

**DICKEN, P. (1992):** Global shift.- London.

**GATZWEILER, H. P. u.a. (1991):** Regionalpolitik als Infrastrukturpolitik.- In: Informationen zur Raumentwicklung 9/10: 599-610.

**GSÄNGER, M. (1996):** Kommunale Verkehrspolitik als Problem politischer Steuerung (Würzburg Geogr. Manuskripte 37).- Würzburg.

**HEINZE, G.W. (1985):** Verkehr und Wirtschaftswachstum.- In: S. Klatt (Hrsg): Perspektiven verkehrswissenschaftlicher Forschung. Berlin: 571-596.

- HERRIG, G. (1996):** Die zu erwartenden Auswirkungen des Projektes A 60/B50 auf die Erreichbarkeitsverhältnissen in den Räumen Brüssel/Lüttich, Rheinland-Pfalz und Rhein-Main.- In: A. Marquardt-Kuron & K. Schliephake (Hrsg.) s. dort: 173-194.
- HESSE, M. (1995):** Verkehrswende.- In: Raumforschung und Raumordnung 2: 85-93.
- HETTNER, A. (1952):** Verkehrsgeographie (Bearb.: H. Schmitthenner).- Stuttgart.
- HUGHES, P. (1993):** Personal transport and the green-house effect.- London.
- JACOB, G. (1984):** Verkehrsgeographie.- Gotha.
- KAGERMEIER, A. (1997):** Siedlungsstruktur und Verkehrsmobilität (Verkehr Spezial 3).- Dortmund.
- KIPKE, H. (1995):** Attraktiver ÖPNV auch in Mittel- und Kleinstädten.- In: Der Nahverkehr 6: 17-22.
- KLEIN, K.E. (1980):** Theoretische Untersuchung eines räumlichen Konkurrenzmodells zur regionalen Verkehrsverteilung (Regensburger Geogr. Schriften 15).- Regensburg.
- LANG, K. & M. SCHMECHTIG (1995):** Stadtbusmarketing für Lemgo und Erfolgskontrolle.- In: Der Nahverkehr 6: 24-30.
- LIEBICH, E. (1996):** Innerstädtische Verkehrsberuhigung und Mobilitätschancen. Das Beispiel Freiburg i. Br.- In: A. Marquardt-Kuron & K. Schliephake (Hrsg.): s. dort: 125-136.
- LUTTER (1996):**
- MAGER, T. J. & A. HABENER & A. MARQUARDT-KURON (1994, Hrsg.):** Umweltverträglichkeitsprüfung (Material zur Angewandten Geographie 25).- Köln.
- MAIER, J. & H.D. ATZKERN (1992):** Verkehrsgeographie (Teubner-Studienbücher Geographie).- Stuttgart.
- MARQUARDT-KURON, A. (1996):** Die Autobahn A 20. Aufschwung Ost oder regionalwirtschaftlicher Risikofaktor?- In: A. Marquardt-Kuron & K. Schliephake (Hrsg.): s. dort: 275-290.

- MARQUARDT-KURON, A. & K. SCHLIEPHAKE (1996, Hrsg.):** Raumbezogene Verkehrswissenschaften. Anwendung mit Konzept (Material zur Angewandte Geographie 26).- Bonn.
- MAURER, M. (1998):** Kostenminimale Lösungsansätze der unternehmerischen Distribution.- Würzburg (Dipl.-Arbeit, Geowiss. Fak.). Ms.
- MOHR, M. (1996):** Verkehrserzeugungsmodelle als Grundlage nachfragegerechter ÖV-Planung am Beispiel Coburg.- In: A. Marquardt-Kuron & K. Schliephake (Hrsg.): s. dort: 233-241.
- MYRDAL, G. (1959):** Ökonomische Theorie und unterentwickelte Regionen.- Stuttgart.
- NAUMANN, T. (1996):** Bahnreform und Regionalisierung. Planerische Konsequenzen.- In: A. Marquardt-Kuron & K. Schliephake (Hrsg.): s. dort: 53-71.
- NUHN, H. (1994):** Verkehrsgeographie.- In: Geogr. Rundschau 260-265.
- RÜHL, A. (1918):** Aufgaben und Stellung der Wirtschaftsgeographie.- In: Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: 292-303.
- SCHICKHOFF, I. (1978):** Graphentheoretische Untersuchungen (Duisburger Geogr. Arbeiten 1).-
- SCHLIEPHAKE, K. (1982):** Verkehrsgeographie.- In: Sozial- und Wirtschaftsgeographie 2 (Harms Handbuch der Geographie). München: 39-156.
- SCHLIEPHAKE, K. (1987):** Verkehrsgeographie.- In: Geogr. Rundschau 39 (4): 200-212.
- SCHLIEPHAKE, K. (1991):** Empirische verkehrsgeographische Arbeiten in Franken.- In: F.L. Knemeyer & H.-G. Wagner (Hrsg.): Verwaltungsgeographie (Kommunalforschung für die Praxis 26/27), Stuttgart: 34-54.
- SCHLIEPHAKE, K. (1993):** Geographie und Verkehr. Das Bild in der Presse.- In: A. Marquardt-Kuron & T. Mager (Hrsg.): Geographen-Report. Bonn: 45-47.
- SCHLIEPHAKE, K. (1996):** Raumbezogene Verkehrsforschung in der angewandten Geographie.- In: A. Marquardt-Kuron & K. Schliephake (Hrsg.): s. dort: 37-50.

**SCHLIEPHAKE, K. (1997):** Nachfrageorientiertes Stadtbuskonzept für eine Mittelstadt (Crailsheim) (Würzburger Geogr. Manuskripte 42).- Würzburg.

**SCHLIEPHAKE, K. & M. MOHR (1992):** Neugestaltung des öffentlichen Personenverkehrs im Coburger Land (Würzburger Geogr. Manuskripte 30).- Würzburg.

**SCHLIEPHAKE, K. & W. SCHULZ (1994):** Mobilität von Personen und Gütern in Südthüringen.- In: Würzburger Geogr. Arbeiten 88: 101-130.

**SCHLIEPHAKE, K. & M. NIEDERMEYER (1996):** Infrastrukturprojekte zwischen Main und Thüringer Wald.- In: A. Marquardt-Kuron & K. Schliephake (Hrsg.): s. dort: 387-408.

**SCHLIEPHAKE, K. & B. BERGHOFF (1997):** Stadtverkehr in der Großen Kreisstadt Crailsheim. Die Meinung der Unternehmen.- In: Würzburger Geogr. Manuskripte 42: 231-260.

**SCHULZ, W. (1996):** Verändertes Mobilitätsverhalten. Ergebnisse von Haushaltsbefragungen in Ilmenau und Zella-Mehlis.- In: A. Marquardt-Kuron & K. Schliephake (Hrsg.): s. dort: 93-99.

**SKOWRONEK, A. (1986):** Die Neubaustrecke Hannover-Würzburg der Deutschen Bundesbahn.- In: A. Hopfinger (Hrsg.): Franken. Planung für eine bessere Zukunft? Nürnberg: 417-434.

**TAAFE, E.J. & H.L. GAUTHIER (1973):** Geography of transportation.- Englewood Cliffs, N.J.

**UHLIG, H. (1970):** Organisationsplan und System der Geographie.- In: Geo Forum 1: 19-52.

**Verkehr in Zahlen** (jährlich).- Bonn (Bundesverkehrsministerium).

**VOGEL, H. (1987):** Raumliche Verteilung verkehrsbedingter Schadstoffe in Würzburg.- In: Würzburger Geogr. Arbeiten 68: 255-273.

**VOIGT, F. (1973):** Die Theorie der Verkehrswirtschaft.- Berlin.

**VOSKUHL, D. (1996):** Die Facharbeitsgruppe Verkehr im Deutschen Verband für Angewandte Geographie.- In: A. Marquardt-Kuron & K. Schliephake (Hrsg.): s. dort: 421-422.

**Dr. Dieter Gust**

*Regionalverband Neckar-Alb, Mössingen*

## **Verkehrswissenschaft Raumplanung**

### **1 Einführung: 'Verkehr ist ...'**

Beginnen möchte ich mit der Beantwortung der von den Veranstaltern gestellten Fragen. Wenn ich als Raumplaner den Satz 'Verkehr ist ...' ergänzen würde, dann so:

'Verkehr ist das Ergebnis des räumlichen Auseinanderfallens der Aktivitäten der Menschen, nämlich: Wohnen - Arbeiten - Einkaufen - zur Ausbildung gehen oder die Freizeit verbringen, aber auch das räumliche Auseinanderfallen der Aktivitäten Produzieren, Handel treiben und Konsumieren.' Wir Raumplaner und auch die Stadtplaner nennen dies häufig auch Funktionstrennung (Charta von Athen 1936).

Dabei ist eine wechselseitige Beeinflussung zwischen der Intensität der Funktionstrennung und der Qualität der Verkehrsmittel festzustellen: Je besser das Verkehrsmittel bzw. die Verkehrsinfrastruktur ist, desto größere Entfernungen werden zurückgelegt.

Daß wir heute mitten im Winter Weintrauben, Erdbeeren und frische Äpfel aus Südafrika oder Südamerika kaufen können, ist nur möglich, weil wir große Mengen preisgünstig und schnell mit dem Flugzeug transportieren können. Daß heute ein Ministerialbeamter in Öschingen am Fuß der landschaftlich reizvollen Schwäbischen Alb wohnt und 60 km entfernt in Stuttgart arbeitet, ist nur möglich, weil er und die Familie mindestens über zwei Pkw verfügen, und weil die Straßen gut ausgebaut sind.

Daher die These:

Die individuelle Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln begünstigt eine dezentrale Siedlungsstruktur.



Die Folgen kann man am Beispiel der Region Neckar-Alb erkennen: Die Region Neckar-Alb grenzt im Süden und Südwesten an die Region Stuttgart.

- ⇒ Etwa die Hälfte der Beschäftigten in der Stadt Stuttgart wohnt nicht in der Stadt selbst, sondern im Umland, das heißt, 50% der Beschäftigten sind Einpendler.
- ⇒ Aus der Region Neckar-Alb sind dies täglich knapp 20.000 Personen.
- ⇒ Die 4-spurige B 27 von Stuttgart nach Tübingen wurde 1984 fertiggestellt. Sie war auf 24.000 Kfz-Einheiten/Tag ausgelegt. Heute sind es an Spitzentagen 50.000 Kfz-Einheiten/Tag.

Mit dem Ausbau der Verkehrsinfrastruktur einher geht die Siedlungstätigkeit. Im Westen der Region verläuft die BAB A 81 Stuttgart - Singen. Sie wurde 1978 fertiggestellt. 1978 war auch ein Stichjahr bei der Analyse des Wanderungsverhaltens der Bevölkerung in der Region Neckar-Alb (*Heinzmann/Heidemann, Institut für Regionalwissenschaft der Universität Karlsruhe*). Bis 1978 war der Raum Ammerbuch/Rottenburg noch Abwanderungsgebiet. 1980 überwog dort schon die Zuwanderung aus dem Raum Stuttgart/Böblingen/Sindelfingen. Bis 1988 hatte sich nach unseren eigenen Untersuchungen der Einzugsbereich bis nach Haigerloch/Rosenfeld - ca. 70 km südlich von Stuttgart - ausgeweitet.

Das ist das Ergebnis des Preisgefälles zwischen dem Verdichtungsraum und seinem Umland bei Immobilien, Baugrundstücken und Mieten. Im Umfeld von Stuttgart und Tübingen werden die Baugrundstücke für Einfamilienhäuser mit ca. 750 -1.200 DM/m<sup>2</sup> gehandelt; in Rosenfeld oder in Zwiefalten bekommt man den m<sup>2</sup> Bauland für etwa 100 - 140 DM. Die Folgen sieht man in den Pendlerzahlen:

**Tabelle 1:** Eckdaten für den Nahverkehr

<b>Eckdaten für den Nahverkehr</b> (Volkszählung 1987)		
Berufs- und Ausbildungspendler		
	1970	1987
Tübingen		
* Einpendler	13.556	27.141
Reutlingen	17.156	24.909
* Einpendler		
Albstadt	4.826	7.222
* Einpendler		
Balingen	3.866	6.309
* Einpendler		
Hechingen	1.781	3.442
* Einpendler		
Zollernalbkreis	16.037	29.319
* Auspendler über Gemarkungsgrenzen		
Region Neckar-Alb	68.785	127.129
* Auspendler über Gemarkungsgrenzen		

*Regionalverband Neckar-Alb, 1992*

- ⇒ 1970 wurden in der Region Neckar-Alb rund 68.000 Pendler gezählt, die eine Gemeindegrenze überschritten. 1987 waren es fast doppelt so viele, nämlich rund 127.000.
- ⇒ Nach Reutlingen pendelten 1987 25.000 und nach Tübingen 27.000 Personen. Das heißt, fast die Hälfte aller Berufs- und Ausbildungspendler, nämlich ca. 52.000, hatten das Oberzentrum der Region zum Ziel.

**Tabelle 2:** Kfz.Bestand

- ⇒ Nur etwa 14% der Pendler benutzen öffentliche Verkehrsmittel. Das heißt, ohne die individuelle Verfügbarkeit über Transportmittel - sprich ohne Pkw-Besitz - wäre eine solche Entwicklung nicht möglich gewesen. Dies zeigt sich auch in der Statistik der Kfz-Zulassungen:

<b>Kfz-Bestand</b>		
alte Bundesländer		
	Bund	Bad.-Württ.
1952	900.000	
1960		590.000
1964	8.300.000	
1976	18.900.000	
1989	30.000.000, <i>Prognose 2000: 37,3 Mio. Kfz</i>	
1990		4.800.000
1992	37.000.000	6.000.000
<i>Prognose 2010: 45-50 Mio. Kfz</i>		
1996	48.500.000	

Die Zahl der Kraftfahrzeuge in der Bundesrepublik Deutschland stieg von 900.000 im Jahr 1952 auf 37 Mio. im Jahr 1992. Die Prognose für den Bundesverkehrswegeplan aus dem Jahr 1989 geht von 45-50 Mio. Kraftfahrzeugen bis zum Jahr 2005 aus; aktuell (1996) liegt der Kfz-Bestand schon bei 48,5 Mio. in der Bundesrepublik.

Eine weitere wichtige Kennzahl ist der Pkw-Besatz:

**Tabelle 3:** Kfz-Besatz

<b>Kfz-Besatz</b>				
Kfz pro 1000 Einwohner				
		<u>Bund</u>		
1989	1990	Prognose 2000	Prognose 2010	Stand 1995
579	605	679	700	670
<b>Einflußfaktoren im Güterverkehr:</b>				
* EG-Binnenmarkt (erhöhter Warenaustausch, mehr Transitverkehr)				+ ca. 40 %
Öffnung der osteuropäischen Märkte und Zusammenwachsen der alten und neuen Bundesländer				+ ca. 40 %
* Neue Produktionsverfahren (just in time)				+ <u>ca. 20 %</u>
Steigerung bis 2010 ( <i>geschätzt</i> )				+ 100 %

Der Pkw-Besatz (Kraftfahrzeuge/1.000 Einwohner) stieg von 579 im Jahr 1989 auf 670 im Jahr 1995, prognostiziert sind 700 Pkw/1.000 Einwohner für das Jahr 2010.

Schließlich wird im Güterverkehr wegen des EG-Binnenmarkts, der Öffnung der osteuropäischen Länder und der weiteren Verbreitung des "Just-in-time"-Konzepts in der Wirtschaft mit einer Verdoppelung des Güterverkehrsaufkommens bis zum Jahr 2005 gegenüber 1990 zu rechnen sein.

Als Ergebnis dieser einführenden raumplanerischen Analyse ist die einführende Aussage

"Verkehr ist aus raumplanerischer Sicht das Ergebnis des räumlichen Auseinanderfallens der Lebensfunktionen" durch folgende These zu ergänzen:

⇒ Es wird nicht zu schaffen sein, die heute schon vorhandenen und jetzt für die Zukunft schon abschätzbaren Probleme des Verkehrs allein mit verkehrstechnischen Maßnahmen und schon gar nicht allein mit dem Bau weiterer Straßen zu lösen. Dies ist weder eine Frage der unzureichenden Technik noch eine Frage der fehlenden Finanzmittel. Es ist eine Frage der Flächenverfügbarkeit und der fehlenden Akzeptanz für neue Infrastrukturmaßnahmen.

Es müssen deshalb Strategien gefunden werden, die neben weiteren Straßenplanungen den ÖPNV stützen und Verkehre vermeiden bzw. minimieren. Dies gelingt nur, wenn die verschiedenen Verkehrsplanungen stärker als bisher untereinander und mit der Siedlungsplanung konzeptionell verknüpft werden, und wenn wir die Akzeptanz für technische Maßnahmen schaffen. Dies ist eine Koordinierungsaufgabe und damit eine typische Aufgabe der Regionalplanung.

Für die Siedlungsplanung sind Gemeinden zuständig. Ihre Planungs- und Verwaltungshoheit besitzt in Art. 28 GG sogar Verfassungsrang. Die Zuständigkeiten für den Verkehr hingegen sind breit gestreut.

Es würde den Rahmen dieses Vortrags sprengen, auch nur ansatzweise zu versuchen, einen Überblick über die Zuständigkeiten in der Straßenplanung, im Straßenbau, im Straßengüterverkehr, im Schienengüterverkehr, im Schienenpersonenfernverkehr, im schienengebundenen Nahverkehr, im sonstigen öffentlichen Nahverkehr zu geben.

Alle diese Aufgabenträger handeln nach eigenen Prioritäten, die an ihren spezifischen Aufgaben ausgerichtet sind. Weil das so ist, ist eine gesamträumliche, sektor- oder ressortübergreifende Koordination notwendig. Das ist der Ansatz der Raum- bzw. Regionalplanung.

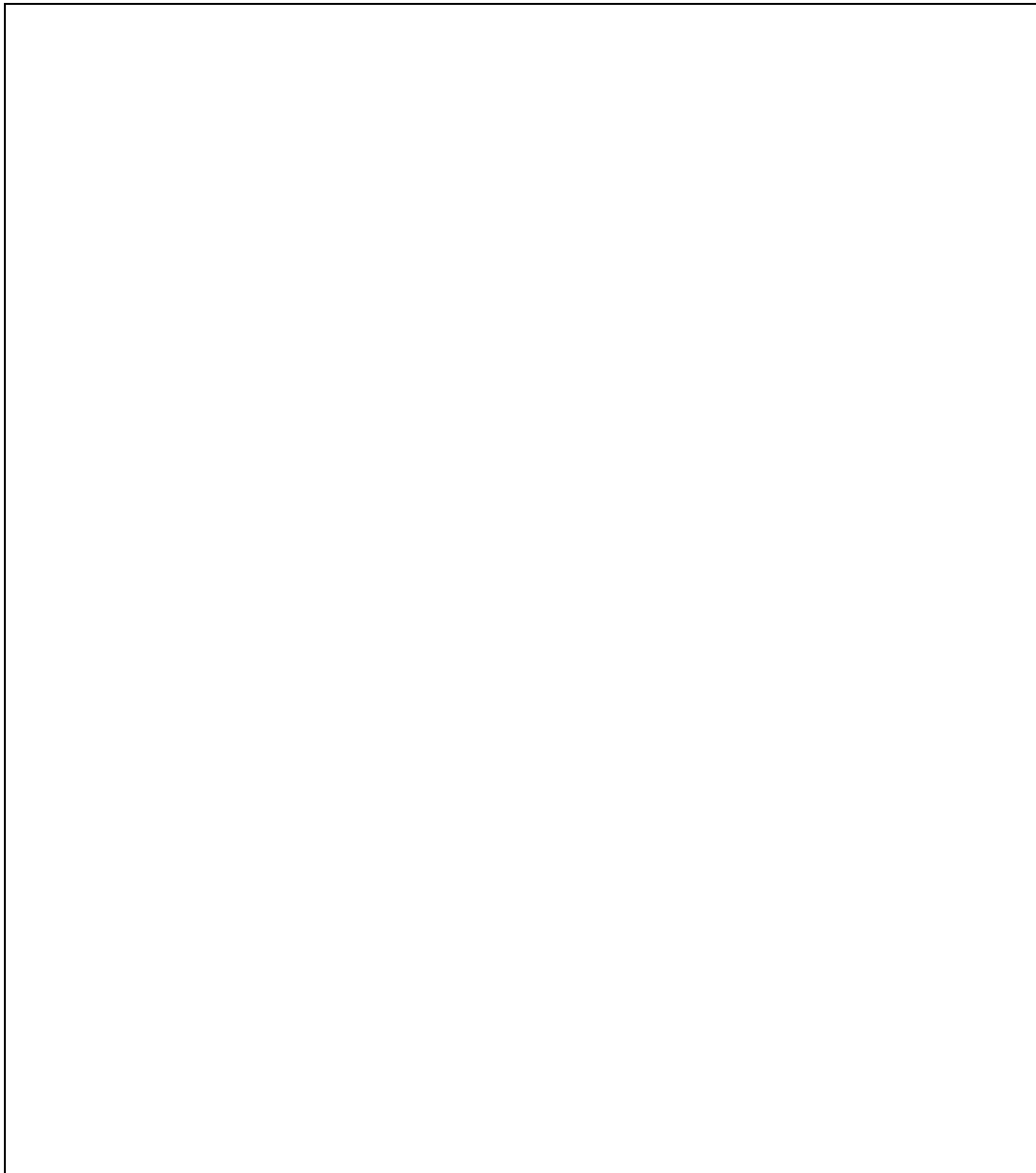
## **2 Gegenstand der "Wissenschaft Raumplanung"**

Die Frage, womit sich die Wissenschaft Raumplanung im allgemeinen beschäftigt, ist mit den vorangegangenen Ausführungen zum Teil schon beantwortet. Sie beschäftigt sich zukunftsgerichtet mit der Koordination von Nutzungsansprüchen an den Raum.

Da der Raum im Mittelpunkt des Erkenntnisinteresses steht, beschäftigt sich die Raumplanung im Prinzip mit allen raumwirksamen Disziplinen der Wissenschaft und mit allen raumwirksamen Ressorts der Verwaltung. Das wiederum führt zu einer Methodenvielfalt, die man auch als Methodenchaos bezeichnen könnte. Vielfach stellt man fest, daß die Raumplaner die wissenschaftlichen Methoden der Disziplinen anwenden, in deren Ressort das Problem fällt, das gerade zu bearbeiten ist.

Die Konsequenz: Es gibt bis heute, mehr als 30 Jahre nach der gesetzlichen Verankerung der Raumplanung im Bundesraumordnungsgesetz (1965), keine allgemein anerkannte Theorie der Raumplanung. Zwar haben sich einige Autoren daran versucht (zuletzt *Lendi 1988/Neuaufgabe 1995*) - im Ergebnis ist aber oft nur eine Zusammenfassung verschiedenster Einzelansätze herausgekommen; weit entfernt von einer in sich geschlossenen Theorie.

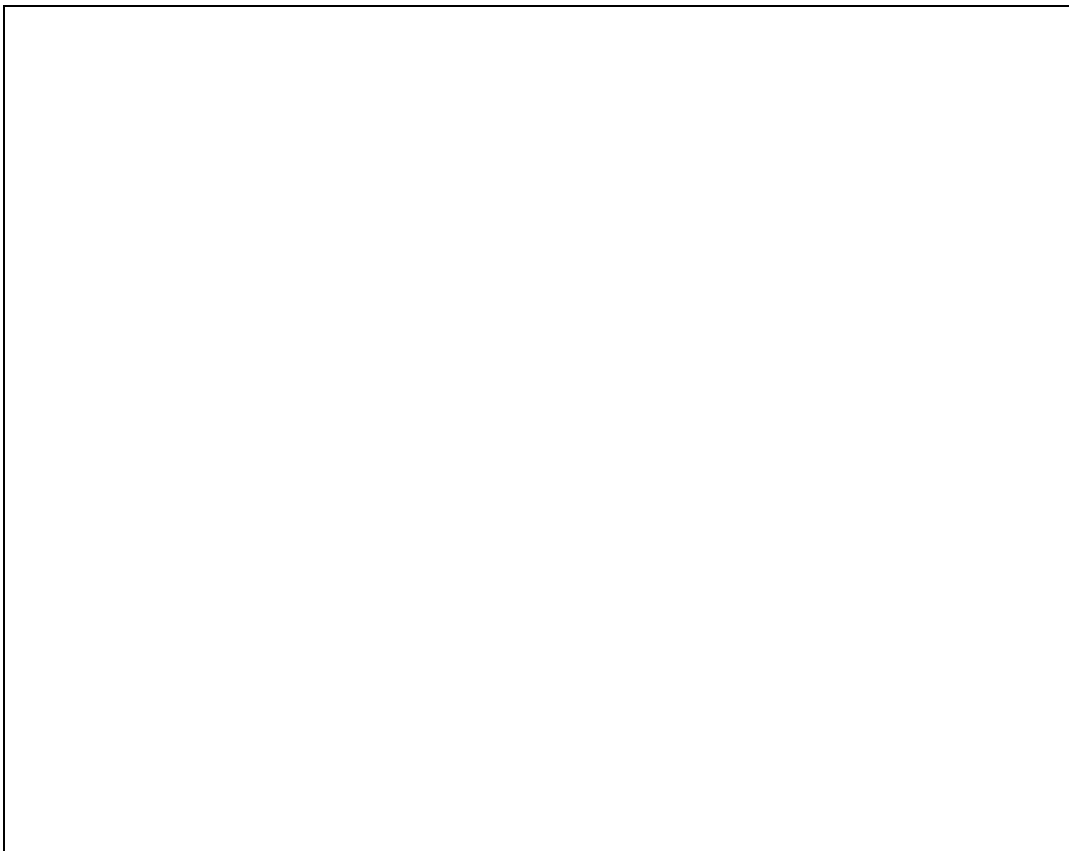
Am weitesten vorangekommen ist auf diesem Weg meines Erachtens Prof. Heidemann vom Institut für Regionalwissenschaft der Universität Karlsruhe. Er definiert die Region als ein nach einheitlichen Kriterien abgegrenztes Gebilde, das aus vier verschiedenen 'Settings' besteht, die miteinander in einer Wechselbeziehung stehen.



**Abbildung 1:** Region: Settings and Characterizing Features

*Man erkennt:*

Nicht die einzelnen 'Settings' oder Ressorts bzw. Disziplinen sind Gegenstand der Raumplanung, sondern die Verbindungsglieder. Innerhalb der einzelnen 'Settings'/Ressorts laufen die Optimierungen und Entscheidungen nach festgefügten Mustern ab. Koordinationsbedarf entsteht dort, wo Entscheidungen die Ressortgrenzen überschreiten. Zum besseren Verständnis habe ich diesen Ansatz auf eine konstruierte Wüstenregion übertragen.



**Abbildung 2:** A Region in the Desert

In einer Wüstenregion ist der Zusammenhang sehr einfach

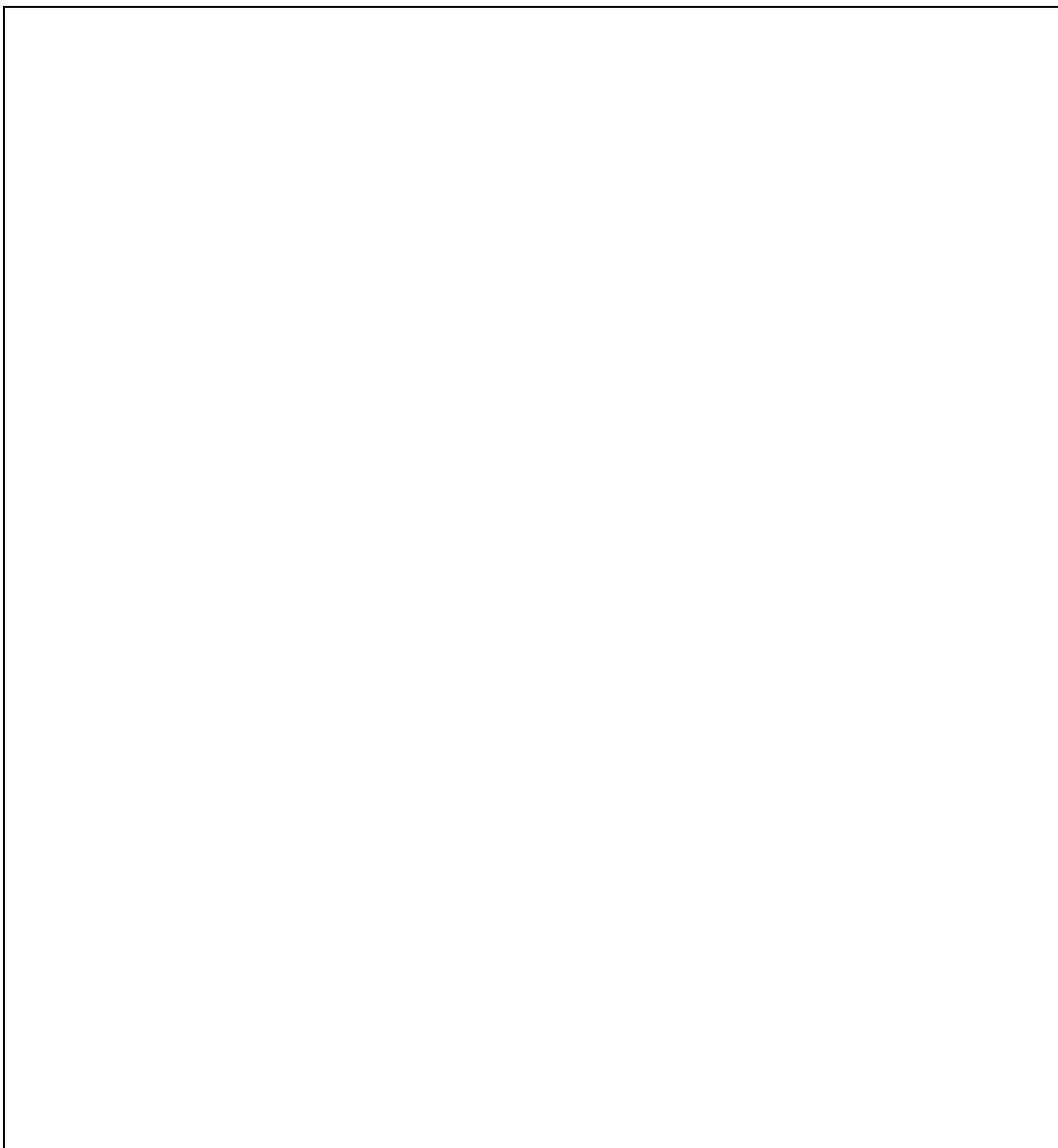
- \* kein Wasser > keine Vegetation  
- ecological setting -
- \* keine Vegetation > keine Landwirtschaft
- \* keine Landwirtschaft > keine Ernährungsgrundlage  
- economic setting -
- \* keine Ernährungsgrundlage > keine Bevölkerung  
- social setting -

- \* keine Bevölkerung > keine Organisation bzw. Verwaltung
  - institutional setting -

Man sieht, jede Veränderung innerhalb eines 'Settings' bringt das Gesamtgefüge in Bewegung und bringt einen Koordinationsbedarf hervor.

Entsprechend diesem Koordinationsbedarf definiert *Heidemann* die Arbeitsfelder der Regionalplanung:

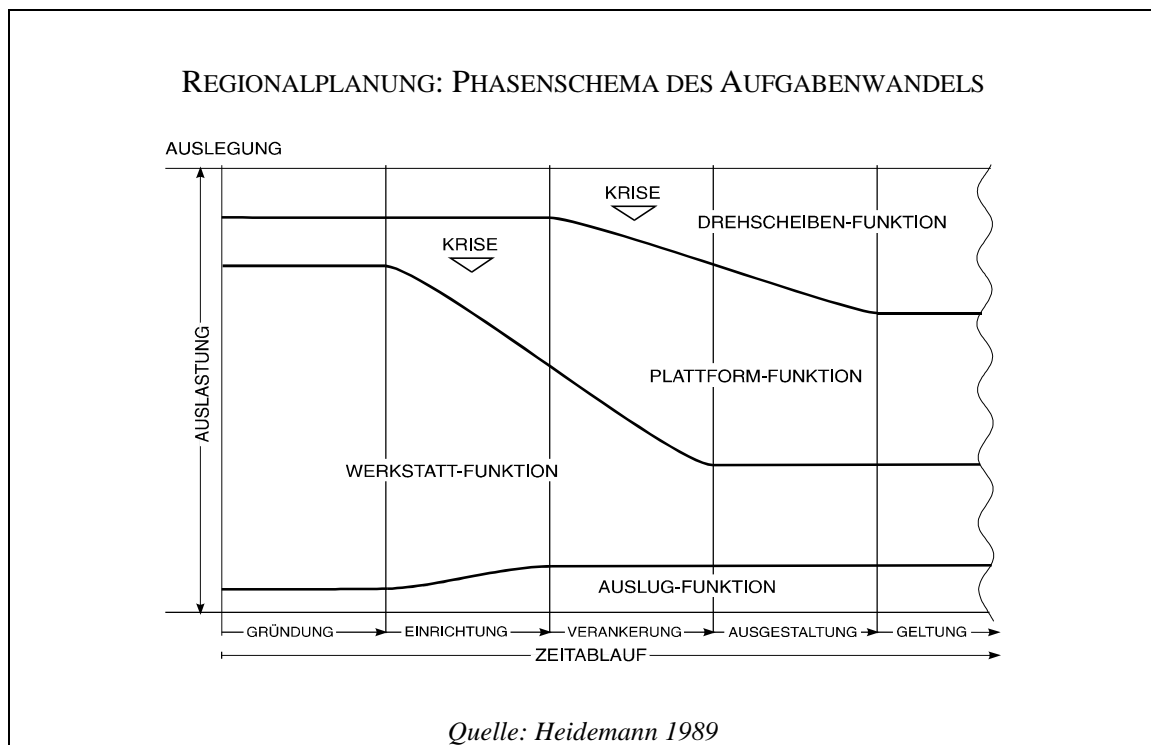
Die Werkstatt-Funktion, die Plattform-Funktion und die Drehscheiben-Funktion.



**Abbildung 3:** Regionalplanung: Arbeitsfelder, Aufgaben und Rollen

Nur die Werkstatt-Funktion trägt nach dieser Definition noch den Charakter der traditionellen Planung im Sinn der Herstellung von Handlungsanleitungen - von Plänen.

Auf die Zeitachse übertragen, sieht *Heidemann* folgerichtig eine Verlagerung der Aufgabenschwerpunkte im "Reifeprozess" der Regionalplanung.



**Abbildung 4:** Regionalplanung: Phasenschema des Aufgabenwandels

Demnach verschieben sich die Schwerpunkte von der "Planung" im Sinn der Erarbeitung von Handlungsanweisungen (Pläne, Gutachten), wie sie in der Werkstatt-Funktion umschrieben werden, zunehmend auf die "regionalpolitischen Aufgaben", auf die Konsensfindungen, die als Plattform- und Drehscheibenfunktion beschrieben werden. Dieser Wandel geschieht nicht ohne Krisen, was leicht man leicht erkennt, wenn man die aktuelle Diskussion um die Regionalverbände in Baden-Württemberg verfolgt.

Mit der "Plattform-" und "Drehscheiben-Funktion" führt *Heidemann* systematisch regionalpolitische Funktionen in die Raumplanung ein. Zusammengenommen zeigt dieser *Ansatz* den Weg weg von der traditionellen Expertenplanung hin zur kooperativen Interessenvertretung im Sinn von Regionalpolitik und von Koordination durch Moderation mit dem Anspruch der **"Erkundung gesellschaftlicher Kompromißspielräume und der Vorbereitung von Strategien zur Konsens- und Akzeptanzgewinnung"** (*Fürst 1993*).



Die Regionalplanung wird dadurch verstärkt zum Instrument der Konsensbeschaffung.

**"Planung bedeutet dann nicht mehr die Verfertigung von Konzepten nach fachspezifischen Optimierungskriterien, sondern das Bereitstellen von Fachwissen innerhalb eines ergebnisoffenen Planungsprozesses" (Gust 1997).**

Erste Erfahrungen mit der Moderation als Planungsverfahren wurden in Baden-Württemberg mit den sogenannten Verkehrsforen (Heidelberg, Tübingen) und auch schon in Foren zur Abfallentsorgung (Nordschwarzwald) gesammelt. Sie dokumentieren, wie sich abstrakte Forderung nach "Planung durch Informationsvermittlung" durch Moderation konkret darstellt. Die Planer (Experten) bringen ihr Wissen in einen Diskussionsprozeß ein, ohne bereits Lösungsvorschläge anzubieten.

Den Teilnehmern ist lediglich die Aufgabenstellung vorgegeben. Das notwendige Wissen für die Problemlösung wird von den Experten erfragt.

Ziel dieser Art von Planung ist es, die Akzeptanzprobleme zu überwinden. Die Frage der Akzeptanz wird daher durch die Auswahl der Teilnehmer von Anfang an in den Planungsprozeß eingebunden.

Durch schrittweise Abstimmungsprozesse werden in einem demokratischen Prozeß mehrheitsfähige Konzepte erarbeitet.

Konkret heißt dies auf den Sektor Verkehr übertragen:

Die Regionalplanung hat die Aufgabe, alle regionalen Akteure zusammenzuführen im Hinblick auf

- eine gemeinsame Verständigung über die Problemlagen, die es zu überwinden gilt,
- die Bündelung ihrer Vorhaben auf diese Problemlagen,
- die zeitliche Angleichung der Aktivitäten.

Wenn man die Aufgabe der Regionalplanung so definiert, dann ist der Regionalplan kein Bauplan für eine optimale Region, sondern ein Dokument der Verständigung, eine gemeinsam formulierte Richtschnur, an der sich die verschiedenen regionalen Akteure bei der Planung ihrer Vorhaben orientieren.

Wie erfüllt nun vor diesem Hintergrund der Regionalplan seine Aufgabe als Richtschnur für die Koordination? Es wird damit die zweite Frage der Veranstalter (*leicht abgewandelt*) beantwortet:

Welche zentralen Begriffe verwendet die Raumplanung bei ihren Abstraktionen zum Thema Verkehr?

### **3 Regionalplanerische Handlungsfelder im Sektor Verkehr**

#### **A. Zentrale Orte**

Ein Kernelement der Raumplanung ist das Zentrale-Orte-Konzept. Im Regionalplan Neckar-Alb wurden die Zentralen Orte der verschiedenen Stufen aber nicht - wie in anderen Plänen oft festzustellen - nach ihrer Ausstattung mit Dienstleistungen, sondern nach ihrer Verkehrsfunktion definiert.

Damit wird das Zentrale-Orte-Konzept zu einem wichtigen Scharnier zwischen der Siedlungs- und Verkehrsplanung auf der regionalen Ebene.

Demnach ist:

Oberzentrum = Ziel- und Verknüpfungspunkt des Regionalverkehrs mit dem Fernverkehr;

Mittelzentrum = Ziel- und Verknüpfungspunkt des Nahverkehrs mit dem Regional- und Fernverkehr;

Unterszentrum = Ziel- und Verknüpfungspunkt des Nahverkehrs mit dem Regionalverkehr;

Kleinzentrum = Zielpunkt des Nahverkehrs.

Nach diesem Ansatz wäre das Netz der Zentralen Orte gleichzusetzen mit dem Grundnetz der Verkehrsplanung.

Der Generalverkehrsplan des Landes Baden-Württemberg hat diesen Ansatz bereits für die Kategorisierung des Straßennetzes aufgegriffen (*verkürzt*):

Er legt fest:

Verbindung zwischen Oberzentren	=	Kategorie I,
Verbindung zwischen Mittel- und Oberzentren	=	Kategorie II,
Verbindung zwischen Unter-, Klein- und Mittelzentren	=	Kategorie III.

### 3.2 Achsen

Im Regionalplan Neckar-Alb wurden sie nicht als großräumige Entwicklungsachsen, sondern als "kleinräumige Siedlungs- und Nahverkehrsachsen" definiert. Durch die Konzentration der Siedlungsentwicklung entlang solcher Achsen werden einerseits die notwendigen Potentiale für höherwertige Infrastruktur, also auch für den Nahverkehr geschaffen. Gleichzeitig wird einer flächenhaften Zersiedlung des Freiraums entgegengewirkt.

Dieser planerische Ansatz ergänzt sich mit dem Konzept der Zentralen Orte zu dem oft zitierten "punkt-axialen" Siedlungskonzept. Man findet den gleichen Ansatz in der neueren Diskussion um die sog. "Siedlungs- bzw. Städtenetze" (ETH-Zürich, BRP, ARL 1993).

### 3.3 Aussagen des Kapitels 4.1 "Verkehrswesen"

Wie kaum ein anderes Kapitel des Regionalplans bezieht sich das Kapitel 'Verkehrswesen' auf die regionalpolitische Aufgabe der Koordination und der regionalen Prioritätensetzung.

Stichwortartig sind zu zitieren:

- ⇒ Es wird gefordert, "**Beim Ausbau ... die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Infrastrukturmaßnahmen verstärkt zu berücksichtigen und mit den Ansprüchen der Siedlungstätigkeit und der Sicherung des Freiraums abzustimmen.**"
- ⇒ Es wird gefordert, "**Die Auslastung der Kapazitäten durch die Verknüpfung der Verkehrsmittel und der Transportsysteme zu erhöhen. Dazu wird die Zusammenarbeit zwischen den Verkehrsträgern gefordert.**"
- ⇒ Es wird gefordert, "**Durch die ... Ausweisung von verdichteten Wohnbauflächen und dezentralen Industrie- und Gewerbeschwerpunkten eine Verminderung des Verkehrsaufkommens anzustreben und die Auslastung des öffentlichen Verkehrs zu verbessern.**"

Dem entspricht in *Kap. 2* die **Ausweisung von Industrie- und Gewerbeschwerpunkten** rings um den Verdichtungsraum sozusagen in den "Einfallsschneisen" der Pendlerströme.

Regionalpolitische Bedeutung hat zudem die Prioritätensetzung im Regionalplan für einzelne Straßenbaumaßnahmen, aber auch für Infrastrukturmaßnahmen in Zusammenhang mit der Schiene. In langwierigen Beteiligungs- und Abstimmungsverfahren war es möglich, die Interessen der Region auf die genannten Maßnahmen zu fokussieren. Sie nach außen bzw. nach oben zu transportieren, ist nunmehr Aufgabe des Regionalverbands.

### 3.4 Sicherung von Standorten und Trassen

Eine originär regionalplanerische Aufgabe ist die vorsorgliche Sicherung von Trassen für Straßen und Schienenverbindungen.

Der Regionalplan Neckar-Alb enthält eine Reihe von nachrichtlich übernommenen Trassen der Straßenplanung, aber auch originär ausgewiesenen Freihaltetrassen für Schienenverbindungen sowie Standorte für Park+Ride- bzw. Mitfahrparkplätze an den Hauptverbindungsstraßen.

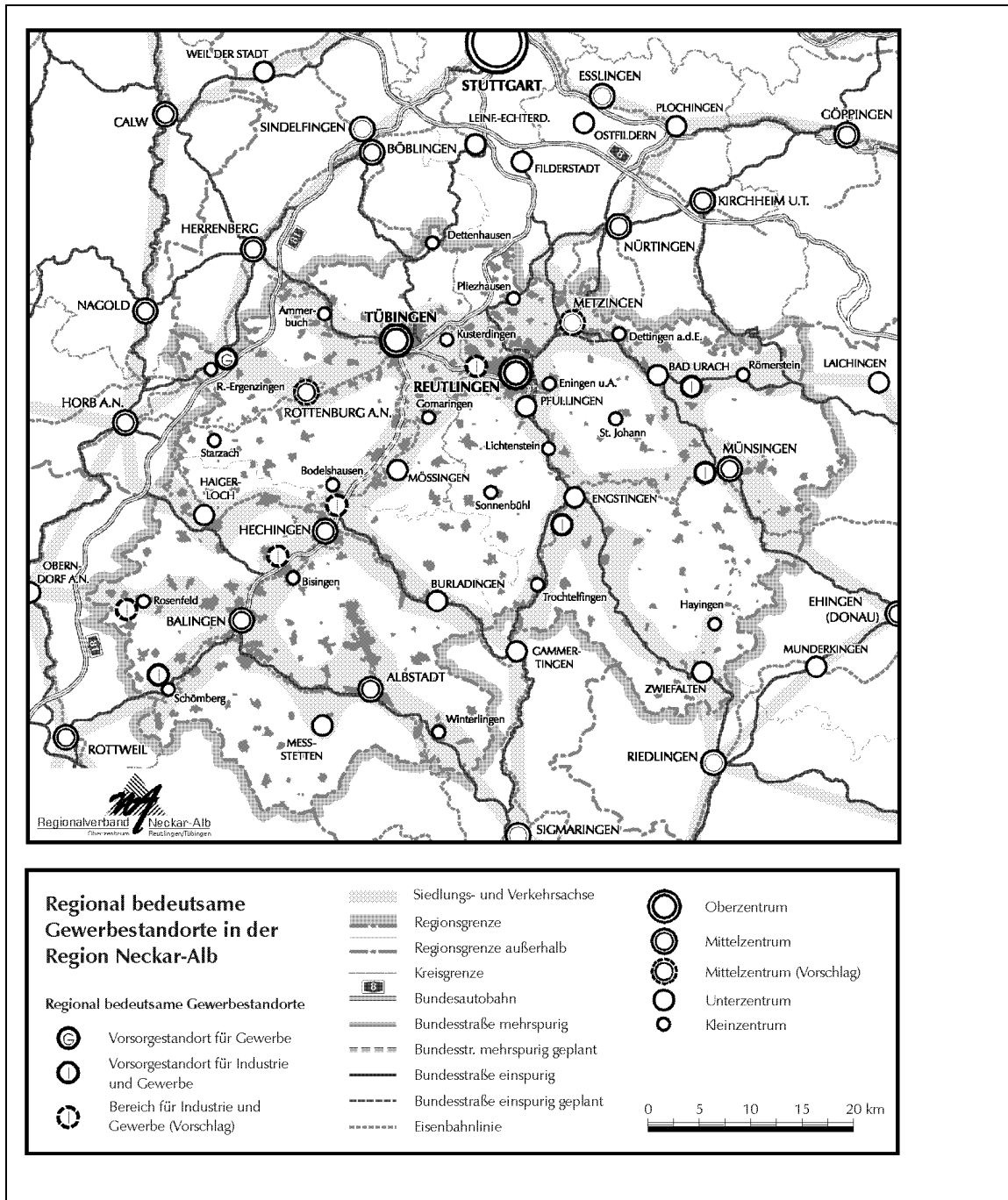


Abbildung 5: Regional bedeutsame Gewerbestandorte in der Region Neckar-Alb

### 3.5 Neue Kommunikationstechniken

Bleibt zu erwähnen, daß die Regionalplanung sich auch mit den neuen Kommunikationstechniken befaßt. Eine Kernforderung ist dabei der zeit- und kostengleiche Zugang zu den neuen Kommunikationstechniken. Dahinter steht die Hoffnung, daß mit diesen Kommunikationssystemen physischer Verkehr vermieden wird, und gleichzeitig der Standortnachteil der schlechten Verkehrsanbindung des ländlichen Raums überwunden wird. Belege dafür sind bis jetzt jedoch noch nicht zu finden.

#### Literatur

**ABERLE, G.:** Mobilität läßt sich nicht beherrschen.

In: Vademecum Ingenieur Nachrichten, Juni 1993

**ARL (Hrsg.):** Regional- und Landesplanung für die 90er Jahre. Wissenschaftliche Plenarsitzung 1990. Forschungs- und Sitzungsberichte 186, Hannover 1990

**ARL (Hrsg.):** Zukunftsaufgabe Regionalplanung.

Anforderungen-Analysen-Empfehlungen. Forschungs- und Sitzungsberichte, Band 200, Hannover 1996

**BfLR (Hrsg.):** Verkehr in Stadt und Region.

Informationen zur Raumentwicklung, Heft 5/6, Bonn 1993

**BfLR:** Regionale Bevölkerungsprognose 2000 der BfLR im Rahmen der Raumordnungsprognose 2010.

Vorläufiger Abschlußbericht. März 1993

**ECKELMANN, M.; POLUMSKY, D.:** Das Zentralitätsgefüge der Raumordnung in Abhängigkeit von Erreichbarkeiten.

Institut für Stadtbauwesen, TH Aachen (Hrsg.), Aachen 1985

**FÜRST, D.:** Von der Regionalplanung zum Regionalmanagement?

In: Die öffentliche Verwaltung. Heft 13/1993, S. 552-559

**GÜBEFELDT, J.:** Zentrale Orte - ein Zukunftskonzept für die Raumplanung!

Kurzfassung RuR 4/5.1997

**GUST, D.:** Auftrag und Anwendung der Regionalplanung.

In: Regional- und Landesplanung für die 90er Jahre.

ARL-Forschungs- und Sitzungsberichte, Band 186,

Hannover 1990

**GUST, D.:** Ist die Zukunft planbar?

Ein Lese- oder fast ein Lehrbuch für Raumplaner und solche, die es wissen wollen.

Mössingen 1997

**HEIDEMANN, C.:** Bausteine einer erneuerten Regionalplanung.

Vortrag für IRS Berlin, Manuskript, Karlsruhe 1993

**HEIDEMANN, C.:** Regional Planning Methodology.

The First and Only Annotated Picture Primer of Regional Planning. IfR

Diskussionspapier Nr. 16, Preliminary Pre-Print Edition 3/90, Karlsruhe 1990

(Deutsche Fassung 4/92,

Karlsruhe 1992)

**HEIDEMANN, C.:** Regionalstatistik, Regionalwissenschaft und Regionalplanung.

Grundlagen zur Reformulierung ihres Bedienungszusammenhangs.

In: Verband deutscher Städtestatistiker (Hrsg.); Jahresbericht 1984, Augsburg 1985

**HEINZMANN, U.; HEIDEMANN, C.:** Umzugsverhalten der Bevölkerung in

ausgewählten ländlichen Teilräumen am Beispiel der Region Neckar-Alb.

Kurzbericht. Gemeinsame Veröffentlichung der Forschungsgemeinschaft Bauen

und Wohnen und des Regionalverbands Neckar-Alb, Stuttgart/Tübingen 1985

**HEISEL, O.:** Aufklärung als Eingriffsweise der Regionalplanung: Die Planung der

Restabfallbehandlung in der Region Nordschwarzwald als Lehrstück.

Institut für Regionalwissenschaft, Schriftenreihe Heft 27, Karlsruhe 1996

**KAGERMEIER, A.:** Siedlungsstrukturell bedingter Verkehrsaufwand in

großstädtischen Verflechtungsbereichen.

Kurzfassung RuR 4/5.1997

**KISTENMACHER, H.:** Aufbau und Anwendung kleinräumiger Siedlungsachsen.

In: Kleinräumige Siedlungsachsen - Zur Anwendung eines linearen Siedlungsstrukturkonzepts. ARL-Forschungs- und Sitzungsberichte, Band 133, Hannover 1980

**KONZE, H.:** Regionalkonferenzen.

In: Aktuelle Fragen der Landesentwicklung in Nordrhein-Westfalen. ARL-Forschungs- und Sitzungsberichte, Band 194, S. 41-48, Hannover 1994

**LENDI, M.:** Grundriß einer Theorie der Raumplanung.

Zürich 1988

**MKRO:** Entschließung: Zentrale Orte und ihre Verflechtungsbereiche vom 08.02.1968.

In: ARL Daten zur Raumplanung Teil D, Hannover 1987

**POPPER, K. R.:** Die offene Gesellschaft und ihre Feinde.

Band 1 und Band 2, Bern 1957, Auflage 1973

**REGIONALVERBAND NECKAR-ALB:** Regionalplan Neckar-Alb 1993.

Regionalverband Neckar-Alb, Mössingen 1995

**REGIONALVERBAND NECKAR-ALB:** Umzugsbewegungen der Bevölkerung in der Region Neckar-Alb.

Materialien (Bearbeiter: I. Prautzsch, A. Krebs), Tübingen 1992

**REGIONALVERBAND NECKAR-ALB:** Unterlagen zur Diskussion über die Gestaltung des Schienenpersonennahverkehrs in der Region Neckar-Alb.

Materialien (Bearbeiter: G. Hickmann, C. Krämer, D. Gust), Mössingen 1994

**STRASSERT, G.:** Das Abwägungsproblem in der Entscheidungstheorie:

Gratwanderung zwischen Irrtum und Unmöglichkeit.

IfR-Diskussionspapier, Karlsruhe 1992

**VERKEHRSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.):**

Generalverkehrsplan Baden-Württemberg 1995.

Stuttgart 1995



**Dr. Oliver Schwarz**

*Institut für Allgemeine Wirtschaftsforschung, Abteilung für Statistik und Ökonomie der  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg*

## **Verkehrswissenschaft Ökonomie**

### **1 Was ist Ökonomie? Volkswirtschaftslehre kurz und bündig**

Güter dienen zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse. Die Wirtschaftswissenschaften unterscheiden zwischen freien und knappen Gütern. Knappe Güter müssen bewirtschaftet werden, damit eine möglichst geringe Diskrepanz zwischen Bedürfnissen und knappen Mitteln herrscht. Es wird nur das Verhalten analysiert, welches mit der **Gewinnung und dem Verbrauch von knappen Gütern** zusammenhängt.

Denkmodelle in den Wirtschaftswissenschaften sind vereinfachte Abbildungen der Realität. Die Realität ist zu komplex, um in ihrer Gesamtheit von Modellen erfaßt zu werden. Daher wird versucht, die relevanten Aspekte zu isolieren. Kann ein Modell für eine Problemstellung die relevanten Aspekte der Realität verstehen, so kann auch auf die reale Entwicklung Einfluß genommen werden. Letztlich steht hierbei immer eine möglichst optimale Ressourcenallokation im Mittelpunkt des wirtschaftlichen Handelns. Die Volkswirtschaftslehre versucht also, wirtschaftliches Verhalten zu erklären (=Theorie) und zu gestalten (=Politik). Neben dem Erklärungsziel und dem Gestaltungsziel, ist noch die Vorhersage künftiger Ereignisse ein Ziel der Volkswirtschaftslehre (Prognoseziel).<sup>1</sup>

Der Untersuchungsgegenstand des folgenden Arbeitsbeispiels soll der Personenverkehr eines Landes sein. In einen ersten Schritt wird versucht, die ökonomischen Motive für die Nachfrage nach Personenverkehrsleistungen zu verstehen. Eine Möglichkeit die Nachfrage nach Personenverkehrsleistungen zu modellieren, wird im Kapitel 2 dargestellt.

---

<sup>1</sup> Vergleiche hierzu Felderer, B., Homburg, S. (1994) S. 7f.

Auf einem Markt treffen jedoch Angebot und Nachfrage zusammen. Die Ressourcenallokation ist das Ergebnis zwischen dem Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage. Preise sind hierbei der Steuerungsmechanismus, der eine effiziente Ressourcenallokation erlaubt. Nachfrager schränken bei Preiserhöhungen ihre Aktivitäten ein, während bei Preissenkungen das Angebot eingeschränkt wird. Dieser Mechanismus führt unter bestimmten Voraussetzungen zu einem ökonomischen Gleichgewicht; der Marktträumung. Solche Voraussetzungen sind bspw. die vollständige Kenntnis des Marktes. Sind solche Voraussetzungen nicht gegeben müssen die Modelle entsprechend modifiziert werden. Ein spezielles Partialmarktmodell - der Markt für Verkehrsleistungen des motorisierten Individualverkehrs - wird in Kapitel 3 vorgestellt. Es wird zu zeigen sein, daß der Preismechanismus auf diesem Markt nicht ausreicht, um ein Gleichgewicht herzustellen.

## **2 Die Nachfrage nach Personenverkehrsleistungen aus ökonomischer Sicht**

### **2.1 Die Abgrenzung der Nachfrage nach Fahrtzwecken**

Bei der Analyse der Nachfrage nach Personenverkehrsleistungen kann nach Fahrtzwecken unterschieden werden. Eine mögliche Einteilung der Fahrtzwecke im Personenverkehr ist die Dreiteilung in:

- den Einkaufs-, Freizeit- und Urlaubsverkehr,<sup>2</sup>
- den Berufs- und Ausbildungsverkehr (Pendlerverkehr) und dem
- Geschäftsverkehr.

Diese Unterteilung erscheint sinnvoll, weil der Anlaß für den Antritt einer Fahrt je nach Fahrtzweck eine unterschiedliche Motivation hat und somit auch teilweise andere Bestimmungsgrößen für die Nachfrage verantwortlich sind.

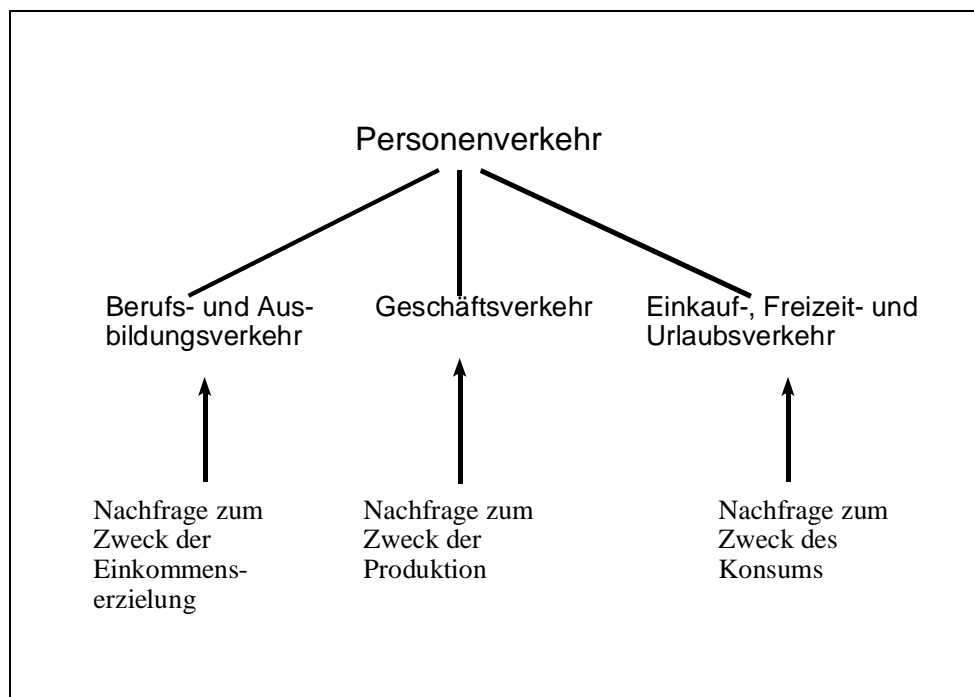
---

<sup>2</sup> Zu dem Freizeitverkehr zählen Besuche von Kultur- und Sportveranstaltungen, Restaurantbesuche, Besuchsfahrten zu Freunden und Verwandten, Bringen und Holen von Personen, Kindergartenbesuch sowie Ausflüge und Kurzreisen. Reisen mit einer Dauer von über 4 Tagen zählen zu dem Urlaubsverkehr. Zu dem Einkaufsverkehr zählen neben den reinen Einkaufsfahrten auch sonstige Versorgungsgänge. Vergleiche Kloas, J. (1994) S. 370f.

So dient der Berufs- und Ausbildungsverkehr der Einkommenserzielung i.w.S.. Der Geschäftsverkehr ist ein Teil des betrieblichen Produktionsprozesses. Der Einkaufs-, Freizeit- und Urlaubsverkehr schließlich läßt sich in den Bereich der Konsumnachfrage einordnen. Die folgende Abbildung 1 macht den Zusammenhang zwischen Fahrt- und Nachfragezweck deutlich.

Den größten Anteil an den Personenverkehrsleistungen hat der Einkaufs-, Freizeit- und Urlaubsverkehr. Weitaus geringer sind die Verkehrsleistungen im Berufs- und Ausbildungsverkehr, gefolgt von dem Geschäftsverkehr.

Die ökonomische Motivation für die Nachfrage nach den einzelnen Fahrtzwecken, wird im folgenden analysiert.



**Abbildung 7:** Fahrtzwecke im Personenverkehr

## 2.2 Die Bestimmungsgründe für den Einkaufs-, Freizeit- und Urlaubsverkehr

Der Höhe des Einkommens wird eine starke Bedeutung für die Entscheidung einer Fahrt zugesprochen.<sup>3</sup> Dies betrifft insbesondere den Urlaubs- und den Freizeitverkehr. Der Einkaufsverkehr ist prinzipiell notwendig. Eventuelle Einsparpotentiale sind in diesem Bereich als gering anzusehen. Für die Nachfrage nach Personenverkehrsleistungen kann damit folgender vorläufiger funktionaler Zusammenhang postuliert werden:

$$(1) \quad VL_i^E = f(Y)$$

wobei  $VL_i^E$  die nachgefragten Personenverkehrsleistungen für die Fahrtzwecke Einkaufs-, Freizeit- und Urlaubsverkehr der Verkehrsart  $i$  und  $Y$  das Einkommen bedeuten.

Die Konsumnachfrage ist in der Regel preiselastisch. Wie stark die Abhängigkeit der nachgefragten Verkehrsleistungen von den Preisen ist, hängt wesentlich davon ab, in welchem Ausmaß die Nachfrager in der Lage sind, aufgrund ihrer Lebensverhältnisse auf eine Fahrt zu verzichten oder zumindest die Länge der Fahrtstrecke zu verkürzen.

Betrachtet man die einzelnen Komponenten der Fahrtzwecke Einkaufs-, Freizeit- und Urlaubsverkehr, so ist für die einzelnen Fahrtzwecke durchaus auch eine unterschiedliche Preisreagibilität zu erwarten.

So bedeutet im Urlaubsverkehr eine Preiserhöhung für die Verkehrsleistung nicht zwingend, daß der Nachfrager aufgrund der Preiserhöhung vor der Entscheidung steht, sich für oder gegen eine Fahrt zu entscheiden. Personenverkehrsleistungen sind definiert als das Produkt aus der Anzahl der Wege mit den Wegstrecken. Die nachgefragte Verkehrsleistung kann bei konstanter Anzahl der Wege zurückgehen, indem die Wegstrecken verkürzt werden. Für den Urlaubsverkehr bedeutet dies, daß sich die Zahl der Urlaubsfahrten aufgrund von Preisänderungen für Verkehrsleistungen nicht ändern muß. Es besteht ebenso die Möglichkeit die Nachfrage einzuschränken, indem ein Urlaubsziel in einer näheren Umgebung des Wohnortes gewählt wird.

---

<sup>3</sup> Vergleiche Voigt, F., Zachcial, M., Solzbacher, F. (1976) S. 25ff.. Foos (1986) glaubt hingegen den empirischen Nachweis erbracht zu haben, daß von dem Einkommen kein signifikanter Einfluß auf die Verkehrsnachfrage ausgeht. Vergleiche insbesondere Foos, G. (1986) S. 169.

Die Einkaufsfahrten sind tendenziell gering preisreagibel. Es ist jedoch möglich, daß bei Beförderungsverteuerungen, sich auch das Einkaufsverhalten hin zur stärkeren Bündelung der Einkaufsaktivitäten ändert, also Fahrten eingespart werden.

Eine Preiserhöhung für eine Verkehrsart zieht nicht zwingend eine Preiserhöhung der anderen Verkehrsarten nach sich. Eine Reduktion der Wege und/oder der Wegstrecken fällt in den Bereich der Verkehrsvermeidung. Allerdings sind auch Verkehrsverlagerungen auf andere Verkehrsarten möglich. Diesem Umstand kann durch die Hinzunahme der Preise von den anderen Verkehrsarten in einer Nachfragefunktion Rechnung getragen werden.

Die Gleichung (1) erweitert sich aufgrund der dargestellten Überlegungen zu:

$$(2) \quad VL_i^E = f(Y, p_i, p^*)$$

wobei  $p_i$  der Beförderungspreis für die Verkehrsart  $i$  und  $p^*$  ein Vektor mit den Beförderungspreisen aller anderen Verkehrsarten darstellt.

Einschränkend muß an dieser Stelle jedoch vermerkt werden, daß für Kurzstrecken auch die Möglichkeit besteht, Wege durch Fußgänger- oder Fahrradverkehr zu substituieren. Eine solche Substitution gehört in den Bereich der Verkehrsverlagerung.

Bei der Konsumnachfrage spielen die Nutzensvorstellungen über ein Gut der Haushalte eine bedeutende Rolle. Die Faktoren, welche die Nutzensvorstellungen beeinflussen, sind im wesentlichen auf das Qualitätsprofil von Verkehrsleistungen zurückzuführen.<sup>4</sup>

Das Qualitätsprofil ist als eine gewichtete Summe aus den Teilwertigkeiten:

- (1) Massenleistungsfähigkeit
- (2) Schnelligkeit
- (3) Berechenbarkeit
- (4) Fähigkeit zur Netzbildung
- (5) Häufigkeit der Verkehrsbedienung

---

<sup>4</sup> Vergleiche hierzu die Aufzählung der Einflußfaktoren von Nutzensvorstellungen bei Foos, G. (1986) S. 25f.

(6) Sicherheit

(7) Bequemlichkeit

zu verstehen.<sup>5</sup>

Im folgenden werden die einzelnen Teilwertigkeiten des Qualitätsprofils einer qualitativen Beurteilung unterzogen.

Die **Massenleistungsfähigkeit** ist in erster Linie für den Anbieter von Verkehrsleistungen relevant und weniger für die Nachfrage.

Für die Nachfrage nach Verkehrsleistungen zum Zwecke des Konsums ist hingegen das Qualitätsmerkmal "**Schnelligkeit**" von Interesse. Diese Teilwertigkeit kann sowohl für die Verkehrsmittelwahl als auch für die Entscheidung der Durchführung einer Reise relevant sein. So können lange Beförderungszeiten bei Einkaufsfahrten zu einer Änderung des Einkaufsverhaltens, hin zu einer stärkeren Bündelung der Einkaufsaktivitäten führen. Dies bedingt wiederum als Ergebnis eine Verkehrsvermeidung. Eine andere Ausweichmöglichkeit aufgrund einer zu geringen Schnelligkeit, ist die Änderung der Verkehrsmittelwahl hin zu einem schnelleren Verkehrsmittel. Die Folge hiervon ist eine Verkehrsverlagerung. Fahrtzeitverlängerungen können somit die gleichen Effekte haben wie Preiserhöhungen. Solange der Verkehr nicht zum Selbstzweck stattfindet, bedeuten längere Fahrzeiten auch Nutzeneinbußen. Die Alternative der Fahrzeit ist "die Zeit produktiver Tätigkeit oder ... rekreativer Muße Verwendung".<sup>6</sup>

In der Regel gilt, daß Verkehr nicht zum Selbstzweck stattfindet, jedoch können Ausnahmen im Freizeit- und Urlaubsverkehr von dieser Regel existieren. Hierzu zählen beispielsweise Fahrten durch landschaftliche reizvolle Gegenden. In einem solchen Fall ist die Schnelligkeit als Qualitätsmerkmal von untergeordneter Bedeutung.

So ist auch die **Berechenbarkeit** von Verkehrsleistungen immer dann von Bedeutung, wenn der Verkehr nicht Selbstzweck ist. Neben dem Preis für die Beförderungsleistung fallen bei dem Nachfrager ebenso wie bei der Teilwertigkeit Schnelligkeit Zeitkosten an. Ist die Berechenbarkeit bei einem Verkehrsmittel nicht gegeben, so sind auch die Zeitkosten für den Nachfrager nicht von vornherein kalkulierbar.

---

<sup>5</sup> Vergleiche zu den Ausführungen über das Qualitätsprofil Voigt (1973) S. 72ff.

<sup>6</sup> Planco Consulting GmbH. (1993) S. 30

Für die **Bequemlichkeit** einer Reise stellen die Fähigkeit der Netzbildung und die Bedienungshäufigkeit entscheidende Einflußgrößen dar. Insofern haben diese Teilwertigkeiten auch einen nutzenstiftenden Charakter.

Bei der **Sicherheit** eines Verkehrsmittels geht es um das körperliche Wohlbefinden der Reisenden. Jedoch scheint sie keinen wesentlichen Einfluß auf die nachgefragte Verkehrsleistung und die Verkehrsmittelwahl zu haben. Zwar ist der Straßenverkehr in der Vergangenheit zunehmend sicherer geworden, jedoch ist die Sicherheit im Vergleich zu den spurgebundenen Fahrzeugen ungleich geringer. Eine Verlagerung von unsicheren hin zu sichereren Verkehrsmittel hat nicht stattgefunden.

Faßt man die einzelnen Teilwertigkeiten zu einem Vektor  $Q$  für das Qualitätsprofil zusammen, so erweitert sich die Nachfragefunktion (2) zu:

$$(3) \quad VL_i^E = f(Y, p_i, p^*, Q)$$

Als Ergebnis der Überlegungen kann nunmehr zusammengefaßt werden: Die Nachfrage nach Verkehrsleistungen eines Verkehrsmittels  $i$  zum Zwecke des Konsums  $VL_i^E$  ist abhängig von dem Einkommen, dem Beförderungstarif  $p_i$  des Verkehrsmittels  $i$  und dem Beförderungstarifen  $p^*$  der alternativ zur Verfügung stehenden Verkehrsmittel, sowie dem Qualitätsprofil der Verkehrsleistung  $Q$ .

### 2.3 Die Bestimmungsgründe für den Berufs- und Ausbildungsverkehr

Auch für die Nachfrage nach Verkehrsleistungen im Berufs- und Ausbildungsverkehr sind die Preise und das Einkommen wesentliche Bestimmungsgründe. Jedoch ist hier der Begründungszusammenhang ein anderer als bei dem Einkaufs-, Freizeit- und Urlaubsverkehr. So bestimmt unter anderem das erzielbare Einkommen an den unterschiedlichen Arbeitsstätten die Arbeitsplatzwahl. Der Preis für die Beförderungsleistung zur Arbeitsstätte ist in zweierlei Hinsicht von Bedeutung. Zunächst ist c.p. ein an einem entfernten Ort erzielbares Einkommen nur dann vorteilhaft, wenn dieses Einkommen abzüglich des Beförderungspreises für die Fahrt, das Einkommen am näher gelegenen Ort abzüglich der hier aufzuwendenden Fahrtkosten, übersteigt. Bei einer makroökonomischen Betrachtung ist eine räumliche Disaggregation des Einkommens nicht durchführbar. Daher hat das aggregierte

Einkommen als nachfragebestimmende Größe in diesem Zusammenhang auch keine Aussagekraft.

Zum zweiten sind die Preise auch für die Verkehrsmittelwahl von Bedeutung. Soweit läßt sich in die Nachfragefunktion nach Verkehrsleistungen eines Verkehrsmittels  $i$  im Berufs- und Ausbildungsverkehr  $VL_i^B$ , der Preis  $p_i$  für die Verkehrsleistung und die Preise  $p^*$  alternativer Verkehrsmittel einfügen. Diese Größen gingen bereits bei der Formulierung der Nachfragefunktion für den Einkaufs-, Freizeit- und Urlaubsverkehr ein.

Neben dem Beförderungspreis haben vor allem die Zeitdauer und die Bequemlichkeit einen Einfluß auf die Verkehrsmittelwahl<sup>7</sup> und folglich auch auf die Nachfrage nach Verkehrsleistungen eines Verkehrsmittels.

Die bei der Pendlerfahrt auftretenden Zeitkosten werden durch die Teilwertigkeiten Schnelligkeit, Berechenbarkeit, Fähigkeit zur Netzbildung und der Häufigkeit der Verkehrsbedienung determiniert.

Theoretisch sind langfristig neben der Verkehrsverlagerungen aufgrund von Preisen, Zeitkosten und Unbequemlichkeiten auch verkehrsvermeidende Reaktionen möglich. Hier sind mit Wohnstättenwechsel zu einem dem Arbeitsplatz näheren Ort oder Arbeitsplatzwechsel zur näheren Umgebung des Wohnortes denkbar.

Als Fazit läßt sich festhalten: Nimmt man die räumlichen Besiedlungs- und Produktionsstrukturen als gegeben an, so ist die Anzahl der Pendlerbewegungen in erster Linie von dem Beschäftigungsgrad abhängig. Die Preise und das Qualitätsprofil sind demnach die bestimmenden Größen für die Verkehrsmittelwahl, aber nicht für die Durchführung einer Fahrt.

Für den Berufsverkehr erscheint somit folgende Nachfragefunktion begründet:

$$(4) \quad VL_i^B = f(Y, p_i, p^*, Q, B)$$

wobei  $B$  für den Beschäftigungsgrad steht.

---

<sup>7</sup> Vergleiche Brüderl, J., Preisendörfer, P. (1995), Kapitel 3.



## 2.4 Die Bestimmungsgründe für den Geschäftsverkehr

Fahrten in Ausübung des Berufs werden als Geschäftsverkehr bezeichnet. 95% aller Fahrten im Geschäftsverkehr entfallen auf den Nahbereich, welcher vor allem aus Liefer-, Kundendienst- und Handwerksfahrten besteht.<sup>8</sup> Die restlichen 5% entfallen auf Dienst- und Geschäftsreisen, sowie auf Reisen zu Tagungen und Messen.

Die Motivation einer Geschäftsfahrt ist in der produktiven Aktivität der Unternehmen zu suchen. Die Notwendigkeit einer Fahrt beruht auf der räumlichen Trennung zwischen Nachfrager und Anbieter einer Leistung. Der Anbieter einer Leistung tritt als Nachfrager für die Verkehrsleistungen auf, wenn er in eine geschäftliche Beziehung mit einem Kunden tritt, die eine Überwindung des Raumes notwendig macht. Der Geschäftsabschluß zwischen Anbieter und Kunde ist jedoch keine notwendige Bedingung für die Durchführung einer Reise. Verkaufsvorbereitungen und Kundenwerbung können ebenso wie Tagungsbesuche auslösende Faktoren für eine Reise sein. Die Erwartung auf geschäftliche Vorteile und die Behauptung im Wettbewerb mit Konkurrenten stehen in diesen Kategorien für Geschäftsreisen im Vordergrund.

Der Geschäftsverkehr ist Mittel zum Zweck für eine Unternehmung.

Die Qualitätsmerkmale spielen auch im Geschäftsverkehr eine große Rolle. Da Zeitkosten für Unternehmen höher zu bewerten sind, als beispielsweise im Urlaubs- oder Freizeitverkehr, kommt der Teilwertigkeit Schnelligkeit eine besondere Bedeutung zu. Die Fähigkeit zur Netzbildung, sowie eine hohe Häufigkeit der Verkehrsbedienung sind ebenfalls für die Zeitkosten entscheidende Einflußfaktoren. So erfordert die Einhaltung von festgesetzten Terminen eine große Berechenbarkeit der Verkehrsleistung. Das im Geschäftsverkehr häufig mitzuführende umfangreiche Geschäftsmaterial ist bei der Verkehrsmittelwahl ebenso zu berücksichtigen wie die eventuelle Möglichkeit der produktiven Tätigkeit schon während der Reise. So hat beispielsweise die Fahrt mit einem Geschäftsfahrzeug den Vorteil, auf recht bequeme Art umfangreiches Geschäftsmaterial mitzuführen. Andererseits können bei der Benutzung der Eisenbahn vorbereitende Tätigkeiten für ein Firmengespräch durchgeführt werden.

---

<sup>8</sup> Vergleiche Kloas, J. (1994) S. 369. Der Anteil der Fahrten im Nahbereich an der Verkehrsleistung liegt jedoch lediglich bei 60%.

Zusätzlich zu den nachfragebestimmenden Größen wie sie hier erläutert wurden, kann für die Geschäftsverkehr noch ein Indikator für die geschäftliche Aktivität  $A$  in die Funktion einbezogen werden.<sup>9</sup>

## 2.5 Die aggregierte Nachfragefunktion nach Personenverkehrsleistungen

Aggregiert man über die Fahrtzwecke Einkaufs-, Freizeit- und Urlaubsverkehr, Berufs- und Ausbildungsverkehr, sowie den Geschäftsverkehr, so kann die aggregierte Nachfragefunktion nach Verkehrsleistungen eines Verkehrsmittels  $i$   $VL_i$  wie folgt formuliert werden:

$$(5) \quad VL_i = f(Y, p_i, p^*, Q, B, A)$$

Eine solche Funktion kann als Grundlage für eine empirische Analyse des Nachfrageverhaltens dienen.

Die Allokation knapper Mittel wird in der Ökonomie über Marktmodelle analysiert. Ein spezieller Typ von solchen Modellen wird im folgenden vorgestellt.

## 3 Partialmarktmodell: Angebot und Nachfrage im motorisierten Individualverkehr

Zu dem motorisierten Individualverkehr zählen der Verkehr mit PKW und Kombinationskraftwagen, sowie der Verkehr mit Krafträdern und Mopeds.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Für die empirische Operationalisierung kann hier der Auslastungsgrad der Gesamtwirtschaft gewählt werden.

<sup>10</sup> Bundesminister für Verkehr (1994) S. 213.

Mikromärkte beziehen sich auf eine räumliche Abgrenzung. Hierbei wird die Straßeninfrastruktur als das Verkehrsangebot und die gewünschten Verkehrsleistungen im motorisierten Individualverkehr als Verkehrsnachfrage verstanden. Die räumliche Abgrenzung eines Mikromarktes ist demnach durch eine gegebene Wegstrecke zwischen zwei Punkten gegeben.

In einer allgemeinen Form können die Nachfrage- und die Angebotsfunktion für den motorisierten Individualverkehr wie folgt formuliert werden:

$$(6) \quad VL_{IV,t}^N = X_t^{N'} \cdot \alpha_0 - \alpha_1 \cdot p_{IV,t} + u_t^N$$

$$(7) \quad VL_{IV,t}^A = X_t^{A'} \cdot \beta_0 + \beta_1 \cdot p_{IV,t} + u_t^A$$

wobei  $X_t^N$  nachfragebestimmende und  $X_t^A$  angebotsbestimmende exogene Variablen darstellen.  $p_{IV,t}$  ist der Preis in der Periode  $t$  und  $VL_{IV,t}^N$  bzw.  $VL_{IV,t}^A$  sind die Nachfrage- bzw. Angebotsmengen im motorisierten Individualverkehr. In einem solchen Modell sind die Variablen  $X_t^N$ ,  $X_t^A$ ,  $p_{IV,t}$  und die realisierten Mengen  $VL_{IV,t}^K$  beobachtbar. In einem Gleichgewichtsmodell gilt somit:

$$(8) \quad VL_{IV,t}^R = VL_{IV,t}^N = VL_{IV,t}^A$$

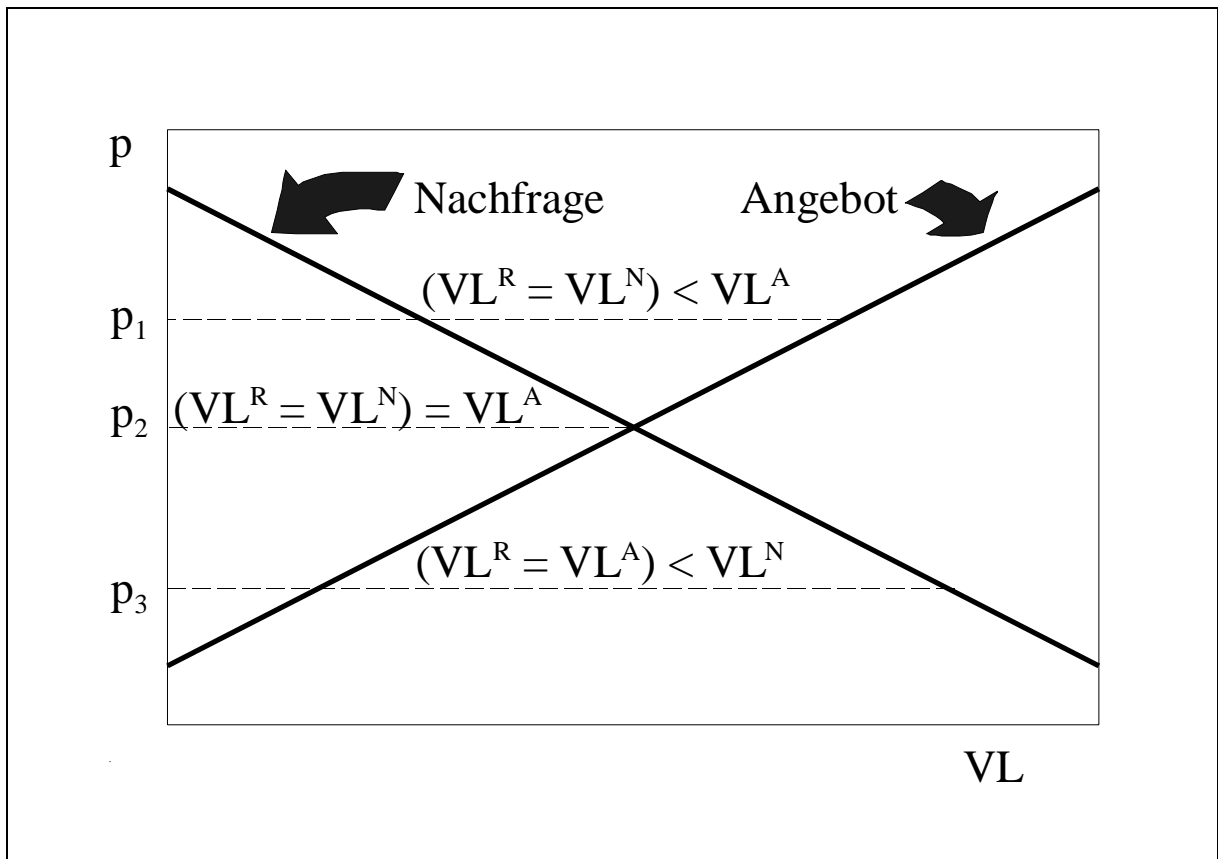
Auf einer solchen Wegstrecke sind drei Konstellationen zwischen Angebot und Nachfrage denkbar:<sup>11</sup>

- (1) Die Straßenverkehrsinfrastruktur ist nicht ausreichend, um die Verkehrsnachfrage zu befriedigen. Die Anzahl der Verkehrsteilnehmer ist zu groß, so daß ihre gewünschte Reisegeschwindigkeit nicht erreicht wird. In einer solchen Situation herrscht ein Nachfrageüberschuß bei Vollausslastung des Angebotes. Das Angebot entspricht in diesem Fall der Realisation.
- (2) Die Straßenverkehrsinfrastruktur ist ausreichend um die Verkehrsnachfrage zu befriedigen. Die Zahl der Verkehrsteilnehmer ist so hoch, daß ihre gewünschte Reisegeschwindigkeit gerade noch erreicht wird. Folglich ist der Mikromarkt im Gleichgewicht und die Realisation entspricht dem Angebot und der Nachfrage. Kommt ein weiterer Nachfrager auf den Markt, so würde man in die Situation wie unter (1) beschrieben gelangen.
- (3) Die Straßenverkehrsinfrastruktur ist mehr als ausreichend. Kommt ein weiterer Verkehrsteilnehmer hinzu, so erfahren die anderen Verkehrsteilnehmer hierdurch

---

<sup>11</sup> Abbildung 2 verdeutlicht diese Konstellationen graphisch.

keine Einschränkungen. Konkret bedeutet dies, daß die Kapazität der Straße, unter der Bedingung der Einhaltung einer bestimmten Reisegeschwindigkeit, noch nicht erschöpft ist. Es herrscht ein Angebotsüberhang.



**Abbildung 8:** Mögliche Konstellationen zwischen Angebot und Nachfrage auf einem Mikromarkt

Man kann somit festhalten, daß einerseits in ländlichen Regionen die Straßenverkehrsinfrastruktur ausreichend sein kann, um die Verkehrsnachfrage zu befriedigen, andererseits kann in Ballungsräumen während der Verkehrsspitzen die Verkehrsnachfrage durchaus größer als das Angebot sein, also rationiert sein. Dies impliziert für die realisierten Verkehrsleistungen: Es wird maximal die Verkehrsleistung erzeugt, die sich als Minimum von Angebot und Nachfrage ergibt. Engpässe wie Verkehrsknotenpunkte entscheiden also über den Verkehrsfluß. Diese Abweichungen zwischen Angebot und Nachfrage können je nach regionalen Strukturen in unterschiedliche Richtungen weisen. Die ersten Versuche Ungleichgewichtsmodelle ökonometrisch zu analysieren, wurden

von Fair und Jaffee (1972) durchgeführt. Obige Gleichgewichtsbedingung wird in dem Modell von Fair und Jaffee durch die sogenannte Minimumbedingung<sup>12</sup> ersetzt:

$$(9) \quad VL_{IV,t}^R = \min[VL_{IV,t}^N, VL_{IV,t}^A]$$

Eine Erweiterung kann dieses Modell durch folgende Preisanpassung finden:

$$(10) \quad p_{IV,t} = p_{IV,t-1} + \gamma \cdot (VL_{IV,t}^N - VL_{IV,t}^A)$$

Die Vorgehensweise in den Gleichungen (9) und (10) beinhaltet einige einschränkende Annahmen. Die Preisanpassungsfunktion impliziert, sofern der Parameter größer als Null ist, daß der Preis Ungleichgewichte aufzufangen versucht. Dies kann leicht an zwei denkbaren Fällen verdeutlicht werden. Liegt ein Nachfrageüberhang vor, so ist der Ausdruck  $(VL_{IV,t}^N - VL_{IV,t}^A)$  positiv. Dies impliziert, daß der Preis  $p_{IV,t}$  steigt. Der gestiegene Preis  $p_{IV,t}$  geht sowohl in die Nachfragefunktion (6) als auch in die Angebotsfunktion (7) ein. Für die Nachfrage bedeutet dies eine Senkung der nachgefragten Menge und für das Angebot ein Anstieg der Menge. Nachfrage und Angebot tendieren also zu einem Marktgleichgewicht. Der zweite denkbare Fall ist ein Überhang des Angebotes. In diesem Fall ist der Ausdruck  $(VL_{IV,t}^N - VL_{IV,t}^A)$  negativ; der Preis fällt. Analog ergibt sich auch im Fall eines Angebotsüberhang die Tendenz zu einem Gleichgewicht.

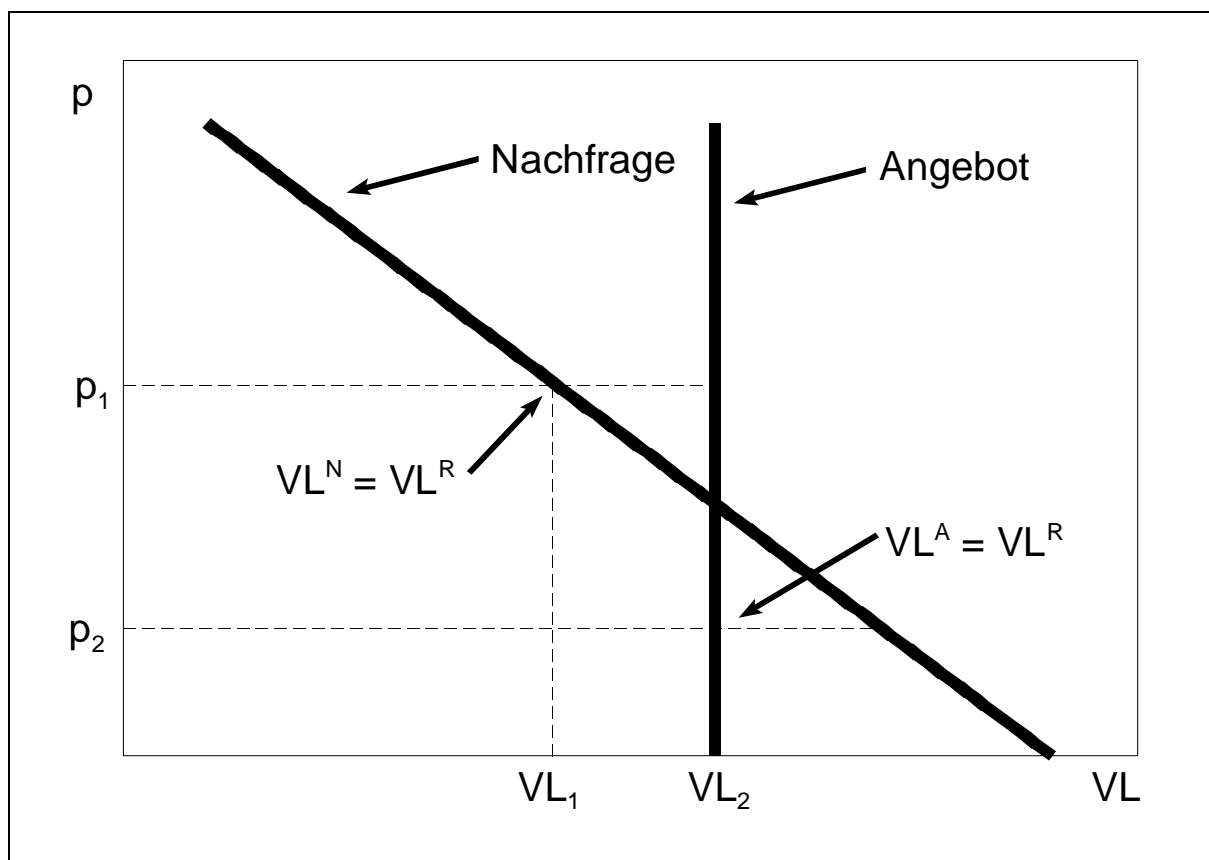
Aufgrund der Dynamik der Preisanpassungsfunktion folgt hieraus, daß Ungleichgewichte in den folgenden Perioden in Richtung eines Gleichgewichts korrigiert werden. Auf lange Sicht existieren also Gleichgewichte. Treten in diesem Modell Ungleichgewichte auf, so ist der Preis die ökonomische Größe, welches das System in ein Gleichgewichtszustand zurückführt.<sup>13</sup>

Tatsächlich ist jedoch zu beobachten, daß regionale Ungleichgewichte nicht in ein Gleichgewichtszustand zurückkehren. Die Begründung, warum gerade im Straßenverkehr die Situation eines dauerhaften regionalen Ungleichgewichtes sehr wahrscheinlich ist, liegt daran, daß die Nachfrage und das Angebot nicht oder nur sehr bedingt über Preise bzw. Kosten gesteuert werden. Preise sind im motorisierten Individualverkehr überregional (Mineralölsteuer, KFZ-Steuer). Der Staat wird nicht aufgrund einer Mineralölsteuererhöhung die Kapazität einer bestimmten Strecke

<sup>12</sup> Vergleiche Fair, R.C. und Jaffee, D.M. (1972) S. 501.

<sup>13</sup> Eng verwandt hiermit ist das Konzept der angewandten Statik und Dynamik, welches Gleichgewichtszustände als statische Zustände interpretiert. Die Dynamik führt Ungleichgewichtszustände in Gleichgewichtszustände zurück. Vergleiche Hicks, J. (1985).

erhöhen. Man kann daher davon ausgehen, daß mittelfristig das Angebot nicht preisabhängig ist. Es wird also der Fall einer starren Angebotsfunktion angenommen. Diese Annahme bedeutet, daß das Ausmaß der von den Gebietskörperschaften angebotenen Straßeninfrastruktur unabhängig von den Preisen der Straßenbenutzung in Form von KFZ- und Mineralölsteuern<sup>14</sup> ist. Man erhält demnach ein Nachfrage-Angebotsdiagramm für eine bestimmte Strecke wie in Abbildung 3 dargestellt.



**Abbildung 9:** Preisreagible Nachfragefunktion und starre Angebotsfunktion

Die Wirkungen einer Preiserhöhung auf die regionalen Ungleichgewichte könnten sogar teilweise zu einem Auseinanderdriften von Angebot und Nachfrage führen. In einer Region, in der die Nachfrage oberhalb des Angebots liegt, kann eine Preiserhöhung durchaus zu einer Annäherung zwischen Angebot und Nachfrage führen. Umgekehrt

<sup>14</sup> Zu den Wegeeinnahmen gehören im strengen Sinne auch Parkgebühren und Anliegerbeiträge. Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung verzichtet bei der Wegeeinnahmenrechnung auf diese Größe, weil:

(1) die Anschaffung, Unterhaltung und Betrieb von Parkuhren übersteigen in den meisten Fällen die Einnahmen.

(2) Anliegerbeiträge sind definiert als Beiträge für die Erschließungs-, Wohn- und Kommunikationsfunktion und wären daher deren Kosten gegenüberzustellen.

Vergleiche Enderlein, H., Kunert, U. (1990) S. 29f.

stellt sich die Situation auf Strecken dar, welche nicht ausgelastet sind. Eine Benzinpreiserhöhung würde die Nachfrage noch weiter zurückdrängen.

Aggregiert man nun alle Mikromärkte (Strecken) zu einem Makromarkt (Gesamtnetz), so ist demnach auch die gleichzeitige Existenz von Angebots- und Nachfrageüberhängen möglich. Diese Existenz von Angebotsüberhängen auf den einen Mikromärkten bei gleichzeitigen Nachfrageüberhängen auf anderen Mikromärkten wird in der Theorie der Mengenerationierungsmodelle als "Mismatch"<sup>15</sup> bezeichnet. Ein Mismatch bedeutet, daß auf der Makroebene die sogenannte Minimumbedingung nicht zutreffen kann, da Angebots- bzw. Nachfrageüberhänge sich jeweils auf einen Streckenabschnitt beziehen und daher durch die Aggregation auch nicht saldiert werden dürfen.

Demnach ist die Gleichheit in (9) hier nicht zutreffend. Vielmehr muß die Beziehung lauten:<sup>16</sup>

$$(11) \quad VL_{IV,t}^R \leq \min[VL_{IV,t}^N, VL_{IV,t}^A]$$

Als Verteilungsannahme über die Verteilung des Mismatch wird von einer Log-Normalverteilung ausgegangen.<sup>17</sup> Sie impliziert, daß das Ausmaß der Störungen auf einem Mikromarkt proportional zur Größe dieses Marktes ist.

Gesucht ist nach einem Funktionstyp für die realisierten Verkehrsleistungen des motorisierten Individualverkehrs, welcher die Eigenschaft hat, alle denkbaren Fälle eines Ungleichgewichtes abzubilden. Eine CES-Funktion hat die Eigenschaft, sowohl einen vorhandenen Mismatch als auch den Spezialfall einer Minimumbedingung abzudecken. Im einfachsten Fall läßt sich die gesamte Verkehrsleistung mit Hilfe einer CES-Funktion wie folgt bestimmen:<sup>18</sup>

$$(12) \quad VL_{IV,t}^R = \left[ VL_{IV,t}^{N^{-\rho}} + VL_{IV,t}^{A^{-\rho}} \right]^{\frac{1}{\rho}}$$

Mathematisch ist dies das Resultat einer Aggregation über zahlreiche Mikromärkte.

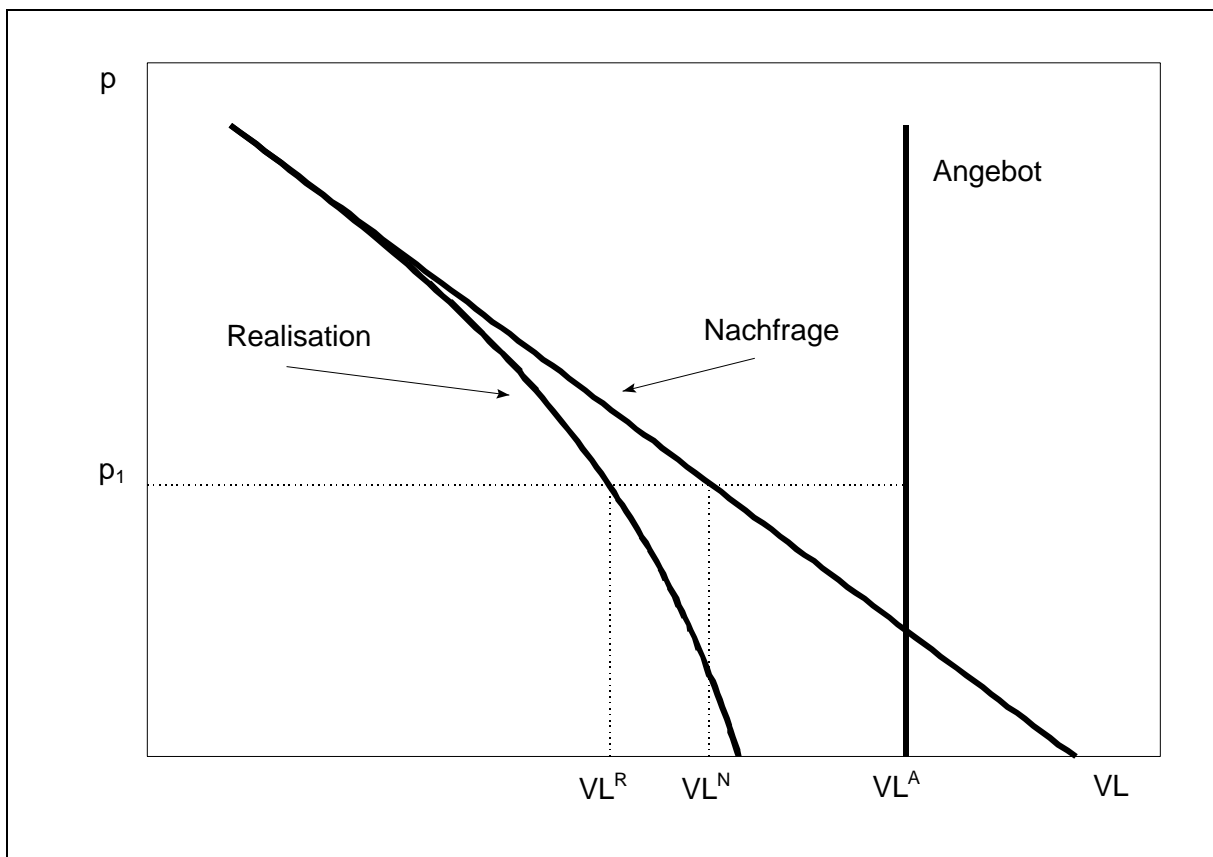
<sup>15</sup> Vergleiche Franz, W. und Smolny, W. (1992) S. 227.

<sup>16</sup> Vergleiche Rudebusch, G.D. (1987) S. 14f.

<sup>17</sup> Vergleiche hierzu Entorf, H., Franz, W., König, H., Smolny, W. (1990) und Smolny (1991).

<sup>18</sup> Diese Formulierung der Transaktionsfunktion wurde als erstes von Siebrand, J.C. (1979) vorgestellt. Vergleiche hierzu Siebrand, J.C (1979) S. 31 ff. insbesondere S. 33, Srivastava, V.K., Rao, B.B (1990) S. 121. und Smolny, W. (1991) S. 33.

Abbildung 4 verdeutlicht diesen Zusammenhang. Die Kurve der realisierten Verkehrsleistung liegt bei vorhandenem Mismatch, das heißt der Parameter  $\rho$  ist größer als Null und kleiner Unendlich, immer unterhalb der Nachfrage- und der Angebotskurve. Bei einem gegebenen Preis  $p_1$  ist die realisierte Verkehrsleistung  $VL^R$  kleiner als die nachgefragte Verkehrsleistung  $VL^N$  und diese wiederum kleiner als das Angebot  $VL^A$ . Ist ein Preis unterhalb des Schnittpunktes von Angebots- und Nachfragekurve gegeben, so liegt die Realisation unterhalb der Angebotsmenge und diese wiederum unterhalb der nachgefragten Menge. Die Abbildung verdeutlicht ferner, daß starre Preise keinesfalls für dieses Modell notwendig sind. Wichtig ist lediglich, daß die Preisflexibilität auf den Mikromärkten nicht ausreicht, um ein Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage herzustellen.



**Abbildung 10:** Preisreaktive Nachfrage- und starre Angebotsfunktion bei vorhandenem Mismatch

Je größer das Ausmaß der Störungen auf den Mikromärkten ist, desto weiter liegt die realisierte Verkehrsleistungskurve von der Angebots- und Nachfragefunktion entfernt. Hierbei gibt der Parameter  $\rho$  das Ausmaß der Störungen auf den Mikromärkten, und zwar in einem inversen Zusammenhang zur Varianz dieser Störungen an. Folglich impliziert ein niedriger Wert von  $\rho$ , also nahe bei Null, eine hohe Varianz der Stör-



gen des Gleichgewichts. Solche Störungen können beispielsweise darin bestehen, daß die Divergenzen zwischen Angebot und Nachfrage zunehmen. Die angebotene Verkehrsinfrastruktur stimmt nicht mit den Profilen der Nachfrage überein. So kann beispielsweise ein Ansteigen des Mismatch auf einen nicht optimalen Ausbau des Wegenetzes zurückzuführen sein. Ein niedriger Wert des Parameters  $\rho$  deutet darauf hin, daß, makroökonomisch betrachtet, ein Nachfrageüberhang bei gleichzeitigem Angebotsüberhang besteht.

Geht der Wert des Parameters  $\rho$  hingegen gegen Unendlich, so bedeutet dies nicht in jedem Fall ein Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage, sondern lediglich, daß kein gleichzeitiges Auftreten von Angebots- und Nachfrageüberhängen auf den verschiedenen Mikromärkten, also kein Mismatch existiert. Man erhält die traditionelle gesamtwirtschaftliche Minimumbedingung, indem man den Parameter  $\rho$  gegen den Wert Unendlich streben läßt:

$$(13) \lim_{\rho \rightarrow \infty} \text{VL}_{\text{IV},t}^{\text{R}} = \lim_{\rho \rightarrow \infty} \left[ \text{VL}_{\text{IV},t}^{\text{N}^{-\rho}} + \text{VL}_{\text{IV},t}^{\text{A}^{-\rho}} \right]^{\frac{1}{\rho}} = \min \left[ \text{VL}_{\text{IV},t}^{\text{N}}, \text{VL}_{\text{IV},t}^{\text{A}} \right]$$

Auch hier gilt, daß sich die Märkte nicht im Gleichgewicht befinden müssen. Dies ist lediglich ein Spezialfall. Dies kann auch anhand der Abbildung 3 erläutert werden. Der Spezialfall eines Gleichgewichtes ist in der Abbildung 3 der Schnittpunkt zwischen der Nachfrage- und Angebotsfunktion. Die realisierten Verkehrsleistungen ergeben sich für  $\rho$  gegen Unendlich immer als Minimum zwischen Angebot und Nachfrage. So ist bei dem Preis  $p_1$  die nachgefragte Menge realisiert, wobei ein Angebotsüberhang besteht. Dies bedeutet, daß prinzipiell und auf allen Mikromärkten niemals ein Nachfrageüberhang herrscht. Analog ist dies auf den Fall eines Nachfrageüberhangs zu übertragen. Bei dem Preis  $p_2$  herrscht ein Nachfrageüberschuß, wobei die Realisation gleich der angebotenen Menge ist.

#### 4 Schlußbemerkungen

Immer dann, wenn wirtschaftliches Handeln die Motivation für verkehrliche Aktivitäten ist, kann die Volkswirtschaftslehre einen wissenschaftlichen Beitrag für die Verkehrswissenschaften liefern. Mit Hilfe von ökonomischen Theorien kann das Mobilitätsverhalten analysiert werden. Weitergehende Studien sind in der Lage

verkehrswirtschaftliche Modelle in gesamtwirtschaftliche Modelle zu integrieren.<sup>19</sup> Damit ist die Volkswirtschaftslehre auch in der Lage, die Bedeutung des Verkehrswesens für die Gesamtwirtschaft zu erklären, zu gestalten und zu prognostizieren.

## Literatur:

**BATZ, U., FREIMANN, K.D., HÜTHER, K., SCHWARZ, O.** (1995): Ökonomische Systemanalyse für das Verkehrswesen II, in: IAW-Mitteilungen 2/95, Tübingen 1995, S. 10 - 12

**BRÜDERL, J., PREISENDÖRFER, P.** (1995): Der Weg zum Arbeitsplatz: Eine empirische Untersuchung zur Verkehrsmittelwahl, in: Diekmann, A., Franzen, A. (Hrsg.) - Kooperatives Umwelthandeln: Modelle, Erfahrungen, Massnahmen, Chur/Zürich 1995, S. 69 - 88

**BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR** (Hrsg., 1994): Verkehr in Zahlen 1994, bearbeitet vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung Berlin 1994

**ENDERLEIN, H., KUNERT, U.** (1990): Berechnung der Kosten und Ausgaben für die Wege des Eisenbahn-, Straßen-, Binnenschiffs- und Luftverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 1987, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Beiträge zur Strukturforoschung Heft 1999, Berlin 1990

**ENTORF, H., FRANZ, W., KÖNIG, H. SMOLNY, W.** (1990): The Development of German Employment and Unemployment: Estimation and Simulation of a Small Macro Model, in: Dreze, J.H. und Bean, C. (Hrsg.) - Europe's Unemployment Problem, S. 239 - 287, MIT 1990

**FAIR, R.C., JAFFEE, D.M.** (1972): Methods of Estimation for Markets in Disequilibrium, in: Econometrica, Vol. 40, 1972, S. 497 - 514

---

<sup>19</sup> Vgl. Batz, Freimann, Hüther, Schwarz (1995) und Schwarz (1996)

- FELDERER, B., HOMBURG, S.** (1994): Makroökonomik und neue Makroökonomik, 6. Auflage, Berlin 1994
- FOOS, G.** (1986): Die Determinanten der Verkehrsnachfrage. Eine ökonometrische Analyse, Karlsruhe 1986
- FRANZ, W., SMOLNY, W.** (1992): Ungleichgewichte auf Arbeits- und Gütermärkten, Eine theoretische und empirische Analyse mit Hilfe eines Mengenerationierungsmodells, in: Franz, W. (Hrsg.) Mikro- und makroökonomische Aspekte der Arbeitslosigkeit. Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung Nr. 165, Nürnberg 1992
- HICKS, J.** (1985): Methods of Dynamic Economics, Oxford 1985
- KLOAS, J.** (1994): Entwicklung des Personenverkehrs in Deutschland bis zum Jahr 2010, in: Wochenbericht, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, 22, 1994, S. 365-371
- PLANCO CONSULTING GMBH** (1993): Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen, Bewertungsverfahren für den Bundesverkehrswegeplan 1992, Herausgegeben vom Bundesminister für Verkehr, Schriftenreihe Heft 72, 1993
- RUDEBUSCH, G.D.** (1987): The Estimation of Macroeconomic Disequilibrium Models with Regime Classification Information, Berlin Heidelberg 1987
- SCHWARZ, O** (1996): Der Verkehr auf der Straße und der Schiene - Eine ökonometrische Analyse für die Bundesrepublik Deutschland mit einer Simulation zu einer Mineralölsteuerhöhung, Hamburg 1996
- SIEBRAND, J.C.** (1979): Towards Operational Disequilibrium Macro Economics, The Hague - Boston - London 1979
- SMOLNY, W.** (1993): Dynamic Factor Demand in a Rationing Context, Theory and Estimation of a Macroeconomic Disequilibrium Model for the Federal Republic of Germany, Heidelberg 1993
- SVRIVASTAVA, V.K., RAO, B.B.** (1990): The Econometrics of Disequilibrium Models, New York 1990

**VOIGT, F.** (1973): Verkehr, Erster Band, erste Hälfte, Die Theorie der Verkehrswirtschaft, Berlin 1973

**VOIGT, G., ZACHCIAL, M., SOLZBACHER, F.** (1976): Determinanten der Nachfrage nach Verkehrsleistungen, Teil II: Personenverkehr, Opladen 1976

**Prof. Dr. Günter Haag**

Steinbeis-Transferzentrum - Angewandte Systemanalyse, Stuttgart

**Verkehrswissenschaft Physik****Wissenschaft Physik**

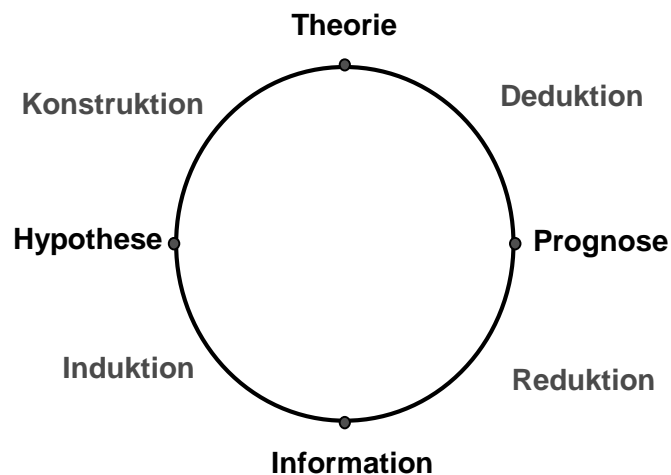
Bevor wir uns mit der „Verkehrswissenschaft Physik“ beschäftigen, einige grundlegende Anmerkungen zur Wissenschaft Physik. Die Physik, allgemein als Naturlehre oder Naturwissenschaft bezeichnet, ist eine im Vergleich zur Chemie relativ junge Wissenschaft. Während gegen Ende des 18. Jahrhunderts die Chemie bereits hoch entwickelt war, bildete nur die Mechanik ein in sich abgeschlossenes Gebiet der Physik. Dies hatte zur Folge, daß gebietsübergreifende Zusammenhänge der Naturwissenschaften lange Zeit verborgen blieben. Z.B. Optik als Teilgebiet der Elektrodynamik, Erkenntnisse über die inneren Zusammenhänge der Materie, die Erforschung der grundlegenden Wechselwirkungen der Natur und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für weitere Entwicklung des Weltalls. Die Physik besaß und besitzt daher eine integrierende Wirkung, die es ermöglichte und immer noch ermöglicht unterschiedliche Erkenntnisse aus zunächst „fachfremden“ Gebieten in ein mehr und mehr umfassend gestaltetes Gebäude unserer Umwelt (Natur) einzubringen.

Die Frage nach dem, was die Natur im Innersten zusammenhält, stellt immer noch eine zentrale Herausforderung dar und motiviert interdisziplinäres Denken und Handeln. Dabei befindet man sich derzeit in den Naturwissenschaften im Vergleich zu den Sozialwissenschaften auf einem relativ sicheren Grund der Art und Weise der Erkenntnisgewinnung und -verarbeitung. So sind in aller Regel

- die Begriffe wohldefiniert,
- über einen Meßprozeß (Reproduzierbarkeit) können Theorien verifiziert oder falsifiziert werden
- und es gilt das Inklusionsgesetz.

Die Erkenntnisweise der Naturwissenschaft hat daher Systemcharakter: Einzelergebnisse und -hypothesen wachsen in einem vielstufigen Verifikations- und Generalisierungsprozeß schließlich zu einer eindeutig werdenden, umfassenden universellen Theorie heran, in welche die Einzelphänomene logisch kohärent eingebettet sind. Dieses *Inklusionsprinzip*, wonach die erweiterte Theorie die alten, im kleineren Wirklichkeitsbereich bewährten Erkenntnisse schon als Spezialfall enthalten sind, hat zur Folge, daß einmal gefundene und bewährte Erkenntnisse überzeitlichen Charakter erhalten (Weidlich, 1993).

### Der wissenschaftsproduzierende Kreislauf



**Frage: Sind diese Erkenntnisse in andere Disziplinen (Sozialwissenschaften) übertragbar?**

Figur 1: Der epistemogenetische (wissenschaftsproduzierende) Kreislauf

Der epistemogenetische (wissenschaftsproduzierende) Informationskreislauf der Naturwissenschaften (Oeser, 1976) beginnt mit bestimmten Daten oder Meßgrößen, die ihre Bedeutung im Rahmen einer Theorie erhalten. Nur dann, wenn mit Hilfe einer Theorie Einzelereignisse als Bestandteil von Strukturen erkannt werden, stellen diese relevante Informationen dar. Der Informationsgehalt eines Einzelereignisses kann dann zur Verifikation oder Falsifikation der Theorie herangezogen werden. Entsprechend Figur 1 stellt dieser Rückkopplungsmechanismus von Theorieerstellung und Erfahrungsvergleich einen Prozeß der permanenten Verdichtung und Auflösung von Informationen dar. Begriffsbildung durch Abstraktion liefert die relevanten

Informationen, die induktiv zu Hypothesen verdichtet werden, aus denen dann wiederum einzelne Prognosen über zukünftige Ereignisse deduktiv abgeleitet und nach Eintreffen des Ereignisses reduktiv mit den durch Beobachtung gewonnenen Informationen verglichen werden können (Oeser, Parey 1987).

Die Sozialwissenschaften ermöglichen es derzeit zumindest nicht oder nur sehr begrenzt, Erkenntnisgewinne analog zu den Naturwissenschaften zu gewinnen. So sind

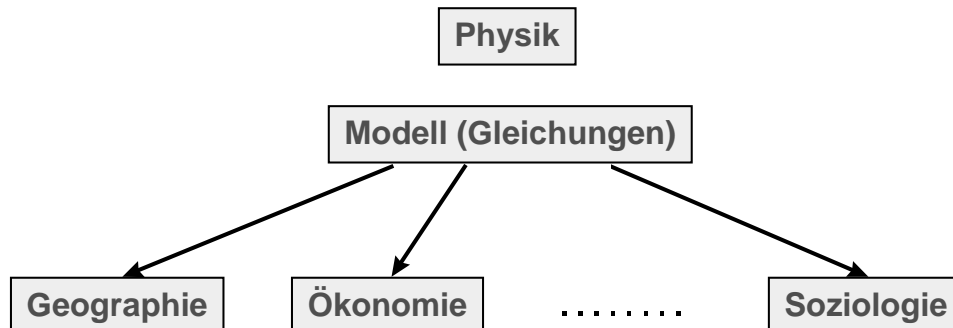
- die Begriffe nur sehr selten wohl definiert,
- die Wiederholung eines „Experiments“ unter den gleichen Bedingungen ist in aller Regel unmöglich,
- das Inklusionsprinzip ist auf Spezialfälle eingeschränkt.

Aus diesen Gründen ist die Frage, inwieweit Erkenntnisse aus den Naturwissenschaften, insbesondere der Physik, in andere Disziplinen (Sozialwissenschaften) übertragen werden können, keinesfalls trivial.

## **Physikalismus**

Es soll daher zunächst beispielhaft aufgezeigt werden, wie Begrifflichkeiten der Physik in die Geographie Einzug gehalten haben. Die Verkehrswissenschaften haben sich in Bezug auf die Entwicklung und Einführung von Verkehrsmodellen (Vierstufenmodell) analog verhalten. Im Rahmen eines allgemeinen Gewöhnungsprozesses ist dieser hier aufgezeigte Physikalismus von vielen „Experten“ heute weitgehend akzeptiert (Figur 2).

**Direkte Übertragung “physikalischer” Gesetzmäßigkeiten auf sozioökonomische Systeme**



Figur 2: Physikalismus

Betrachtet man die räumliche Verteilung von Städten unterschiedlicher Größe innerhalb eines Landes und ist gleichzeitig fasziniert von der Astronomie, wie z.B. Levasseur (1909), liegt es nahe, das Städtesystem und das System der Sterne am abendlichen Himmel in seinen Besonderheiten zu vergleichen:

*„Les villes, étoiles de première grandeur, ont avec les autres ce caractère commun qu'elles exercent en général sur la population rurale une puissance d'attraction qui est proportionnelle à la masse de leur propre population.“*

Diese Idee hat sich über das gesamte XIX. Jahrhundert bewahrt und zeigt sich noch heute im „Gravitationsgesetz“ der Migration.

Die (vermutlich) erste Anwendung mathematischer Wanderungsmodelle erfolgte nach der Analyse von Wanderungsströmen durch Ravenstein (1885 und 1889) und der Veröffentlichung seines berühmten Artikels „*The laws of migration*“. Die Analyse der Entwicklung von Städten während des 19. Jahrhunderts durch Weber (1899) wurde auf den Grundlagen des Ravenstein-Artikels durchgeführt.



Gravitationsmodelle werden häufig zur Untersuchung von Migrationsereignissen verwendet. Die einfachste Form stellt eine direkte Übertragung des Newton'schen Gesetzes dar<sup>20</sup>

$$w_{ij} = k \frac{n_i n_j}{d_{ij}^2},$$

wobei  $w_{ij}$  den Migrationsfluß, d.h. die Anzahl der Wanderungen von  $j$  nach  $i$  innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls,  $n_i$  bzw.  $n_j$  die Bevölkerungszahlen der beiden Regionen  $i$  bzw.  $j$  und  $d_{ij}$  die Entfernung zwischen diesen Regionen beschreibt. Der Migrationsstrom  $w_{ij}$  zwischen einer Region  $i$  und der Region  $j$  ist daher beim Gravitationsmodell genau so groß wie der inverse Strom  $w_{ji}$ .<sup>21</sup> Da in der Regel diese Symmetrie empirisch nicht bestätigt werden kann, werden Abweichungen in Relation zu den Gesamtströmen gesehen gerne als „Meßfehler“ abgetan. Der einzige Parameter  $k$  wird häufig durch die Forderung festgelegt, daß die Summe der geschätzten Wanderungsströme  $w_{ij}$  gleich der Summe der beobachteten Ströme  $w_{ij}^{(e)}$  sein muß.

Eine erste sehr einfache Modifikation ergibt sich aus der Beobachtung, daß die Wanderungsströme nach einem anderen Abstandsgesetz abnehmen, als dies dem Newtonschen Gesetz entspricht. Es gibt keinen überzeugenden Grund, an einem Abstandseffekt  $\propto d_{ij}^2$  festzuhalten.<sup>22</sup> Eine Interpretation der räumlichen Abhängigkeit als räumlichen „Widerstand“ oder allgemein als räumliche Abklingfunktion, die unterschiedliche analytische Formen annehmen kann, wurde diskutiert und führte zumeist zu einer besseren Anpassung der Wanderungsströme an die beobachteten Daten (Isard, 1954, 1956):

$$w_{ij} = k \frac{n_i n_j}{d_{ij}^\alpha}$$

<sup>20</sup> Aus den Keplerschen Gesetzen der Himmelsmechanik leitete Newton das Gravitationsgesetz ab. Es besagt, daß die anziehende Kraft zwischen zwei Körpern (Gravitationskraft)  $F_{ij} = \gamma \frac{M_i M_j}{d_{ij}^2}$  proportional den Massen der beiden Körper  $M_i$  und  $M_j$  ist, und umgekehrt proportional dem Quadrat des Abstandes  $d_{ij}$ . Die Proportionalitätskonstante ist die sogenannte Gravitationskonstante  $\gamma$ . Das Gesetz gilt für Massenpunkte. Bei ausgedehnten Körpern muß über die zwischen ihren sämtlichen Massenelementen wirkenden Kräfte integriert werden.

<sup>21</sup> Dies gilt natürlich nur, falls  $d_{ij} = d_{ji}$  gilt.

<sup>22</sup> Im Gegensatz zur Physik. Hier ergibt sich das Abstandsgesetz aufgrund der räumlich homogenen Ausbreitung der Gravitationswellen.

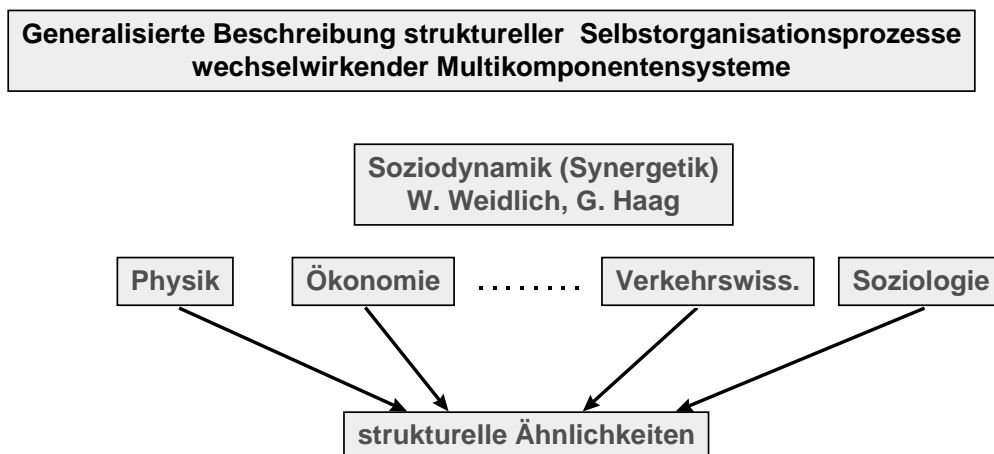
Der Koeffizient  $\alpha$  stellt dabei ein Maß für die Abstandssensitivität der Bevölkerung dar. Allgemeiner können die Ströme auch folgendermaßen ausgedrückt werden

$$w_{ij} = kn_i n_j f(d_{ij})$$

mit der Abkling- oder Abstandsfunktion  $f(d_{ij})$ , die von Fall zu Fall zu spezifizieren ist. Hier kann man zweierlei feststellen: Erstens, daß Erfahrungen aus der Geographie zu einer Modifizierung des „Abstandsterms“ beitragen und damit gleichzeitig den Modellrahmen verbessern, und zweitens, daß diese Modifizierungen den Charakter einer verbesserten Kurvenanpassung an die empirischen Werte haben.

### Interdisziplinärer Approach

Wie könnte eine alternative Vorgehensweise aussehen, die sich an den Erfahrungen der Physik und der Sozialwissenschaften orientiert?



Figur 3: Moderner Standpunkt

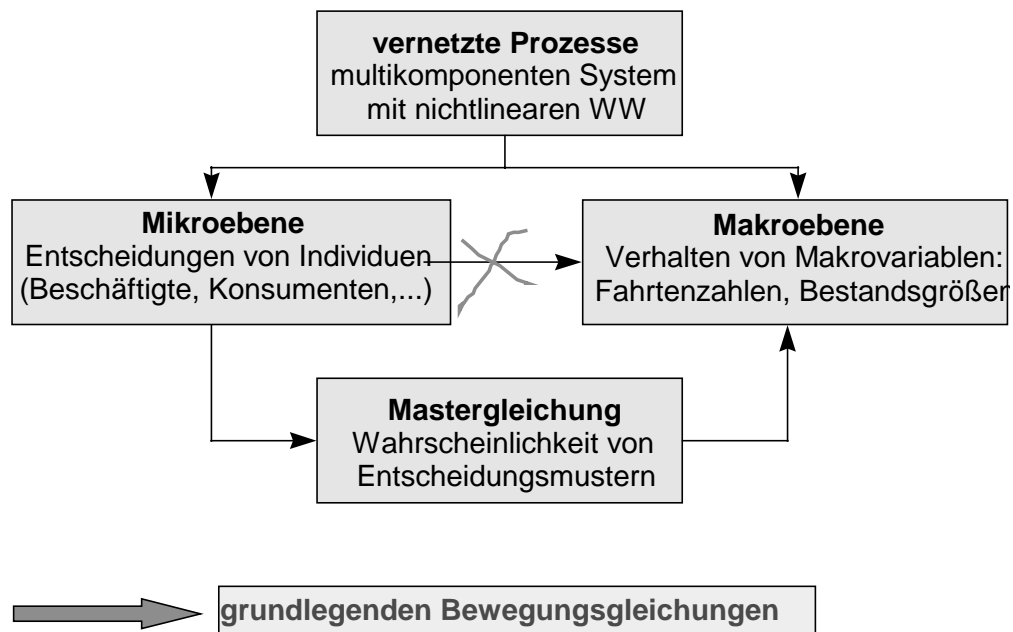
Wichtig ist es, Individuen nicht wie „Atome“ zu behandeln. Vielmehr müssen die, für die zu untersuchenden Prozesse relevanten Interaktionen der Agenten, möglichst umfassend berücksichtigt werden. Da „Lerneffekte“ eine Rolle spielen, bedeutet dies auch, daß keine „Naturkonstanten“ in die Entscheidungsprozesse eingehen, sondern die

entsprechenden Systemparameter zeitabhängigkeiten aufweisen können. Unter bestimmten Voraussetzungen ist allerdings eine mathematische Beschreibung sozioökonomischer Systeme, die sich aus einer Vielzahl von Individuen konfigurieren, durchaus denkbar und möglich.

*„While the individual man is an insoluble puzzle, in the aggregate he becomes a mathematical certainty. You can, for example, never foretell what any one man will do, but you can say with precision what an average number will be up to. Individuals vary, but percentages remain constant.“*

Sir A.C.Doyle

Aufbauend auf den Erfahrungen der empirischen Sozialforschung haben Weidlich und Haag (Weidlich, Haag, 1983; Haag, 1989) seit Beginn der 90er Jahre ein durchgängiges Modellierungskonzept für eine große Klasse sozioökonomischer Aufgaben entwickelt, das gleichberechtigt die Erfahrungen der einzelnen Fachdisziplinen einbezieht, z.B. der Geographie oder der Verkehrswissenschaften (siehe Figur 3). Es wird nach strukturellen Ähnlichkeiten gesucht und die Dynamik auf der Makroebene, d.h. das Verhalten von Makrovariablen, wie etwa den Wanderungsströmen oder den Fahrtenzahlen, durch die „individuellen“ Entscheidungen zuständiger Agenten des sozioökonomischen Systems, d.h. auf der Mikroebene, begründet. Es ist offensichtlich, daß der Zusammenhang zwischen Mikro- und Makroebene keinesfalls trivialer Natur ist (Figur 4). Vielmehr müssen die einzelnen Entscheidungsprozesse statistisch gewichtet, unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Individuen (Agenten), zusammengefaßt werden. Die in der Ökonomie vielfach zugrunde gelegte Annahme der statistischen Unabhängigkeit der einzelnen Entscheidungen darf keinesfalls verwendet werden. Gerade bei Verkehrs- und Migrationsprozessen hängt die Entscheidung eines einzelnen Individuums davon ab, wie groß z.B. die erwartete Verkehrsdichte ist, d.h. mit welchen Reisezeiten zu einem bestimmten Zeitpunkt gerechnet werden muß. Die Verkehrsdichte ihrerseits ergibt sich aus einer Summe von Einzelentscheidungen getätigt durch andere Individuen zu unterschiedlichen Zeitpunkten, an unterschiedlichen Orten.



**Figur 4:** Zusammenhang zwischen Mikroebene und Makroebene

Die Verknüpfung zwischen Mikro- und Makroebene erfolgt über die sogenannte Mastergleichung. Diese hat sich bei der Lösung von Aufgaben aus dem Gebiet der Quantenoptik bewährt. Etwa, wenn es darum geht, die raum-zeitliche Selbstorganisation eines so komplexen Systems wie den LASER zu verstehen. Wie kommt es zum Aufbau eines auf makroskopischer Ebene kohärenten Feldes, wenn doch die Einzelprozesse, d.h. die Photonenabsorption und Emission auf einzelnen Quantenprozessen basieren? Die von Pauli im Jahr 1920 eingeführte Mastergleichung bietet hier einen eleganten Zugang. Es wird eine Bewegungsgleichung für die Wahrscheinlichkeit aufgestellt - nämlich die Mastergleichung - welche die Veränderung der Wahrscheinlichkeit abbildet, eine gewisse Zahl von Photonen und Atomen angeregt vorzufinden. Sowohl die Wechselwirkungen der Atome untereinander, der Atome und Photonen als auch Fluktuationen werden intrinsic berücksichtigt. Einen Preis muß man allerdings bezahlen. Die gewonnene Allgemeinheit und Eleganz des Verfahrens werden durch mathematische Schwierigkeiten bei der Lösung des entstehenden Differenz-Differentialgleichungssystems erkaufte. Exakte Lösungen von Mastergleichungen sind auch derzeit nur für wenige Anwendungen bekannt, etwa, wenn das betrachtete System bestimmte Symmetrien enthält. Die Lösung einer Mastergleichung ist die detailliertes denkbare mathematische Beschreibung eines Systems. Sowohl die zeitliche Entwicklung der wahrscheinlichsten Trajektorie (Entwicklungspfad) als auch Aussagen über Varianzen, mögliche Phasenübergänge d.h. kritische Systemzustände können aus dem Verhalten der Verteilung erschlossen und bewertet werden.

Vielfach ist jedoch bereits eine wesentlich aggregiertere Betrachtungsweise ausreichend und dem Problem angemessen. Gerade im Verkehrsbereich und bei

Migrationsproblemen interessiert vor allen Dingen die zeitliche Entwicklung des wahrscheinlichsten Systemzustandes. Es liegt dabei die Hypothese zugrunde, daß bei aus vielen Untersystemen (d.h. viele Agenten) aufgebauten Systemen, der in der Natur beobachtete Zustand die wahrscheinlichste Realisierung (wahrscheinlichste Konfiguration) aller möglichen Realisierungen des Systems darstellt. Es genügt daher, die Mastergleichung als Basis zu verwenden und daraus über eine mit der Verteilung gewichtete Mittelung die, auf der Makroebene angesiedelten „Evolutionsgleichungen“ des Systems, abzuleiten. Diese Bewegungsgleichung ist dann in aller Regel nichtlinear, so daß ein reichhaltiges Lösungsspektrum denkbar und möglich ist - angefangen von einer einfachen Annäherung an einen stabilen Zustand, von regulären Oszillationen und Grenzyklen bis hin zu chaotischem Verhalten. Die Kopplung der einzelnen Untersysteme untereinander als auch die Einflüsse der „Systemumgebung“ zeigen sich in den auftretenden Nichtlinearitäten und Systemparametern und die damit einhergehende Lösungsvielfalt.

Bei physikalischen Problemen sind die Systemparameter in aller Regel zeitunabhängig und repräsentieren die sich zeitlich nicht ändernden Rahmenbedingungen und Naturkonstanten. In den Sozialwissenschaften gibt es keine Naturkonstanten. Dementsprechend zeigen sich sich ändernde System-Umwelteinflüsse als auch Veränderungen in den Interaktionen der Agenten (langfristige „Lerneffekte“) in sich zeitlich langsam ändernden Systemparametern. Dem betrachteten „System“ übergeordnet kann daher eine, ebenfalls mittels der Mastergleichung formulierbare Theorie zur zeitlichen oder gegebenenfalls raum-zeitlichen Entwicklung der „Systemparameter“ zugewiesen werden. Diese übergeordnete Theorie enthält wiederum Parameter, die sich jedoch im Vergleich zur Dynamik der Variablen und der Systemparameter des ersten Systems deutlich langsamer verändern sollten. Es ist offensichtlich, daß damit die Komplexität und gleichzeitig der wissenschaftliche Anspruch an die inhaltliche Modellierung deutlich zunehmen. Auch hierbei kommt der epistemogenetische Kreislauf zum Tragen.

Was für einen Vorteil bringt eigentlich die Mastergleichung, wenn doch wiederum lediglich Bewegungsgleichungen für Mittelwerte abgeleitet werden? Sehr viel. Denn die Mastergleichung hat uns den Rahmen gegeben eine Verbindung zwischen Mikro- und Makroebene aufzubauen, d.h. die Entwicklung auf der Makroebene wird im Prinzip auf Einzelentscheidungen zurückgeführt, ohne daß wir Verteilungsannahmen (wie Gumbel- oder Weibul-Verteilung) benötigen oder Stationarität voraussetzen müssen. Die Nichtlinearitäten entstehen als Folge des Zusammenwirkens unterschiedlicher Aktionen der Agenten. Auf der Makroebene ist es oft schwierig, manchmal unmöglich, die einzelnen Terme der Bewegungsgleichung bestimmten Aktivitäten der Agenten zuzuordnen. Bei Kenntnis der zugrunde liegenden Entscheidungsmechanismen auf der Mikroebene bietet sich allerdings ein Zugang zur Schätzung sämtlicher

Systemparameter, falls bestimmte Datenanforderungen erfüllt sind. Etwa, wenn Informationen über Einzelereignisse in Form von Befragungen bekannt sind oder Wanderungsströme (Migrationsmatrizen) bzw. Verkehrsströme (Fahrtenmatrizen) vorliegen, um zwei Anwendungsbeispiele des Verfahrens zu benennen. Natürlich stellen Migrationsmatrizen und Fahrtenmatrizen aggregierte Variablen, d.h. Makrovariablen, dar. Dementsprechend kann man von diesen als Ausgangspunkt nicht auf das Entscheidungsverhalten der einzelnen Individuen zurück schließen, sondern lediglich auf das Verhalten eines sogenannten repräsentativen Agenten mit allen Einschränkungen, die diesbezüglich gelten. Dies ist jedoch für die meisten praktischen Anwendungen völlig ausreichend. Je nach Qualität und Aggregationszustand der Daten kann daher eine angemessene Kompression der Information in aussagekräftige und interpretierbare Systemparameter erfolgen.

Worin liegt in diesem Beispiel der Beitrag der Physik zu den Verkehrswissenschaften? Zum einen im Einbringen einer aus der Physik stammenden Rahmentheorie. Zum anderen, daß damit eine Verknüpfung zwischen Mikro- und Makroebene möglich wird, d.h. die Struktur eines Verkehrsmodells und die sich ergebenden Verkehrsströme mit Charakteristiken von Verkehrszellen in Zusammenhang gebracht werden können, die wiederum die Entscheidungsprozesse von Agenten, Fahrten auszuführen oder Standortverlagerungen durchzuführen, beeinflussen. Drittens bietet sich damit ein einheitlicher Modellierungsrahmen an, für die gekoppelte Verkehrs- und Standortentwicklung.

Da dieser Modellierungsrahmen offen gestaltet ist, d.h. Erfahrungen unterschiedlicher Disziplinen (Mikroökonomie, Soziologie, Verkehrswissenschaften) relativ einfach eingebracht werden können und zu entsprechenden Modifikationen der Bewegungsgleichungen auf der Makroebene beitragen, ist interdisziplinäres Arbeiten nicht nur wünschenswert sondern notwendig. Die nötige Offenheit aller Beteiligten bei der jeweiligen Modellentwicklung ist neben der disziplinären Kompetenz Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Zusammenarbeit. Dies bedeutet - entsprechend dem Thema des Workshops - sich auf zunächst fremde Sichtweisen einzulassen und eigene Sichtweisen interdisziplinär zur Disposition zu stellen. Meine bisherigen interdisziplinären Erfahrungen zeigen, bis auf wenige Ausnahmen, daß gerade die Verkehrswissenschaften durch ihre traditionsgebundene starke Vernetzung mit anderen Fachbereichen hier eine Vorreiterrolle spielen können.

## Anhang: Das STASA-Verkehrsmodell

In folgenden soll das im Rahmen eines Forschungsauftrags des Bundesverkehrsministeriums entwickelte STASA-Verkehrsmodell (Bundesminister für Verkehr, 1996) als Beispiel für die aufgezeigte Vorgehensweise kurz erläutert und begründet werden.

### Der Zusammenhang zwischen Mikro- und Makroebene

Ausgehend von der Mikroebene der einzelnen Individuen (Akteure) mit ihren Haltungen und Entscheidungen soll eine Quantifizierung sozioökonomisch fundierter verkehrlicher Entscheidungsprozesse erfolgen. Es sei

$$p_{ij}^{\alpha(l)}(\vec{E}, \vec{\kappa}_l)$$

die Wahrscheinlichkeit pro Zeiteinheit, daß ein Individuum  $l$  ( $l = 1, \dots, I$ ) eine Fahrt von Verkehrszelle  $i$  nach Verkehrszelle  $j$  ( $i, j = 1, \dots, L$ ) durchführt, bei einer vorgegebenen räumlichen Verteilung der Akteure (Populationsverteilung)  $\vec{E}$ <sup>23</sup>

$$\vec{E} = \{E_1, \dots, E_i, \dots, E_L\}$$

im Untersuchungsraum, wobei  $E_i$  die Zahl der Akteure in der Verkehrszelle  $i$  angibt. Der Index  $\alpha$  bezeichnet den Fahrtzweck, die Einstellungen (Attitudes) des Individuums  $l$  bezüglich einzelner Aspekte sind im Attitudevektor  $\vec{\kappa}_l$  zusammengefaßt. Diese individuellen Übergangsraten  $p_{ij}^{\alpha(l)}(\vec{E}, \vec{\kappa}_l)$  können z.B. über die Befragung von Personen/Haushalten ermittelt werden (COURGEAU 1985).

Um die Zahl der zur Beschreibung der Gesellschaft notwendigen Systemgrößen zu reduzieren, ist es notwendig, zur Makroebene überzugehen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß nicht nur die Dynamik der Makroebene von den individuellen

---

<sup>23</sup> Im Rahmen dieser Einführung wird keine Unterteilung in Subpopulationen vorgenommen. Zudem beschränken wir uns auf den Verkehrsträger Straße. Eine Betrachtung für unterschiedliche Verkehrsmittel ist jedoch ebenfalls möglich.

Entscheidungen auf der Mikroebene bestimmt wird, sondern daß auch ein Feedback von der Makroebene zur Mikroebene existiert: Die Handlungen (Aktivitäten) der einzelnen Akteure des Wirtschaftssystems drücken sich unter anderem in der Dynamik der Verkehrsströme und damit in den zeitabhängigen Populationszahlen  $E_i(t)$  der einzelnen Verkehrszellen aus, was sich wiederum umgekehrt auf die "individuelle" Fahrtsentscheidung auswirkt. Daher sind Mikroverhalten und Makrodynamik in selbstkonsistenter Weise gekoppelt. Formal drückt sich die Abhängigkeit individueller Fahrtsentscheidungen vom Makrozustand dadurch aus, daß die Attraktivitäten der einzelnen Verkehrszellen vom jeweiligen Makrozustand, gekennzeichnet unter anderem durch die Populationsverteilung im Untersuchungsraum, abhängig sind. Damit werden auch die Übergangsraten Funktionen des Makrozustands.

## Die Mastergleichung

Neben rationalen Beweggründen sind auch Unsicherheiten bei Entscheidungsprozessen zu berücksichtigen. Daher ist eine stochastische Betrachtung der Verkehrsentscheidungen sinnvoll. Aus diesem Grunde wird die "konfigurale" Wahrscheinlichkeit  $P(\vec{E}, t)$  eingeführt, welche die Wahrscheinlichkeit dafür angibt, eine bestimmte Verteilung der Akteure  $\vec{E}$  zur Zeit  $t$  unter Berücksichtigung der vielfältigen Wechselwirkungen der Akteure untereinander vorzufinden. Die Akteure werden daher nicht als unabhängig voneinander betrachtet. Natürlich muß die Wahrscheinlichkeitsverteilung  $P(\vec{E}, t)$  zu allen Zeiten die Normierungsbedingung

$$\sum_{\vec{E}} P(\vec{E}, t) = 1$$

erfüllen, wobei die Summation über alle realisierbaren Konfigurationen (Verteilungen)  $\vec{E}$  zu erfolgen hat.

Bei bekannten Übergangsraten  $F_i(\vec{E} + \vec{k}, \vec{E})$  (Übergangswahrscheinlichkeiten pro Zeiteinheit) von einem Zustand  $\vec{E}$  in einen Nachbarzustand  $\vec{E} + \vec{k}$  kann man für die zeitliche Entwicklung der Wahrscheinlichkeitsverteilung eine Bewegungsgleichung ableiten. Diese Mastergleichung (WEIDLICH/HAAG 1983) hat die generelle Form:



$$\frac{d}{dt} P(\vec{E}, t) = \sum_{\vec{k}} F_t(\vec{E}, \vec{E} + \vec{k}) P(\vec{E} + \vec{k}, t) - \sum_{\vec{k}} F_t(\vec{E} + \vec{k}, \vec{E}) P(\vec{E}, t)$$

wobei sich die Summen über  $\vec{k}$  über alle nicht verschwindenden Übergangsraten  $F_t(\vec{E} + \vec{k}, \vec{E}) > 0$  und  $F_t(\vec{E}, \vec{E} + \vec{k}) > 0$  erstrecken. Die Mastergleichung beschreibt die zeitliche Entwicklung eines stochastischen Systems vollständig. Verbal läßt sich die Mastergleichung folgendermaßen erklären: Die Änderung der Wahrscheinlichkeit  $\frac{dP(\vec{E}, t)}{dt}$  eines Zustands  $\vec{E}$  ist gleich der Summe der in den betrachteten Zustand hinein fließenden Wahrscheinlichkeitsströme  $\sum_{\vec{k}} F_t(\vec{E}, \vec{E} + \vec{k}) P(\vec{E} + \vec{k}, t)$  abzüglich der Summe der aus diesem Zustand herausfließenden Wahrscheinlichkeitsströme  $\sum_{\vec{k}} F_t(\vec{E} + \vec{k}, \vec{E}) P(\vec{E}, t)$ . Sie stellt somit eine Bilanzgleichung für Wahrscheinlichkeitsströme dar. Die in der Mastergleichung auftretenden Übergangsraten  $F_t(\vec{E} + \vec{k}, \vec{E})$  (Übergangswahrscheinlichkeiten pro Zeiteinheit) sind direkt mit der Kurzzeitentwicklung der konditionalen Wahrscheinlichkeit verknüpft.<sup>24</sup> Für weitere ausführliche Erläuterungen sei auf WEIDLICH/HAAG (1983) und HAAG (1989) verwiesen. Die Lösung der Mastergleichung, nämlich die zeitabhängige Verteilung  $P(\vec{E}, t)$ , enthält in detaillierter Weise das gesamte Wissen über den zeitabhängigen Umverteilungsprozeß der Akteure und damit letztendlich auch über die Fahrtenhäufigkeit. Die dem zeitabhängigen Maximum der Verteilung zugeordnete Populationskonfiguration  $\hat{E}(t)$  repräsentiert die unter den gegebenen sozioökonomischen Bedingungen wahrscheinlichste Verteilung der Akteure im Untersuchungsraum zur Zeit  $t$ .

## Die Übergangsraten des STASA-Verkehrsmodells

Die Übergangsrate  $F_t(\vec{E} + \vec{k}, \vec{E})$  von einer Populationskonfiguration  $\vec{E}$  in eine Nachbarkonfiguration  $\vec{E} + \vec{k}$  ergibt sich als Summe einzelner Übergangsraten:

$$F_t(\vec{E} + \vec{k}, \vec{E}) = \sum_{i,j=1}^L \sum_{\alpha} F_{ij}^{\alpha}(\vec{E} + \vec{k}, \vec{E})$$

<sup>24</sup> Bezogen auf die tageszeitlich bedingte Umverteilung der Akteure ist die Vernachlässigung von Geburts- und Todesprozessen in sehr guter Näherung gerechtfertigt. Geburts- oder Todesprozesse beschreiben in diesem Modellzusammenhang zeitliche Änderungen des Fahrzeugbestands. Gerechnet über einen Tag und bezogen auf den Untersuchungsraum wird der Fahrzeugbestand als konstant vorausgesetzt.

wobei Fahrten zum Fahrtzweck  $\alpha$  zwischen den Verkehrszellen  $i \rightarrow j$  durch  $F_{ij}^\alpha(\vec{E} + \vec{k}, \vec{E})$  beschrieben werden. Die Anzahl der Verkehrszellen sei  $L$ .

Die explizit dargestellte Abhängigkeit der Übergangsrate von der Anfangskonfiguration  $\vec{E}$  und der Endkonfiguration  $\vec{E} + \vec{k}$  läßt erkennen, daß lediglich diejenigen Beiträge (Übergänge) aufsummiert werden, die mit einem Wechsel der Populationskonfiguration  $\vec{E} \rightarrow \vec{E} + \vec{k}$  verknüpft sind. Eine Summation über alle derartigen Übergänge  $i, j$  und alle Fahrtzwecke  $\alpha$  ergibt damit folgerichtig die totale Übergangsrate  $F_t(\vec{E} + \vec{k}, \vec{E})$ . Der Index  $t$  soll auf die Möglichkeit der Berücksichtigung einer expliziten Zeitabhängigkeit hindeuten. Die Übergangsraten zwischen den Verkehrszellen  $i \rightarrow j$  sollen nun anschließend sukzessive weiter strukturiert und mit Erklärungsinhalten in Zusammenhang gebracht werden.

## Fahrten zwischen Verkehrszellen

Der Term  $F_{ij}^\alpha(E + k, E)$  beschreibt Fahrten  $i \rightarrow j$  zum Fahrtzweck  $\alpha$ , ausgehend von der Verkehrszelle  $i$ , die mit einem entsprechenden Wechsel der Populationskonfigurationen  $\vec{E} \rightarrow \vec{E} + \vec{k}$  verknüpft sind. Diese Übergangsrate entspricht daher direkt dem empirisch erfaßbaren (Index e) Verkehrsstrom  $F_{ij}^{ae}(t)$  zwischen den Verkehrszellen  $i \rightarrow j$ . Es stellt sich nun die Frage nach den "treibenden" Beweggründen (key attitudes), die beispielsweise einen Akteur des Wirtschaftssystems veranlassen, eine Fahrt durchzuführen, d.h. sein Verhalten zu ändern. Prinzipiell besteht die Möglichkeit ausgehend von den „individuellen Übergangsraten“ auf der Mikroebene die Übergangsraten auf der Makroebene in Abhängigkeit von Verhaltensparametern abzuleiten, entsprechend:

$$F_{ij}^\alpha(\vec{E} + \vec{k}, \vec{E}) = \sum_{l \in \Gamma_j} p_{ij}^{\alpha(l)}(\vec{E}, \vec{k}_l)$$

für  $k = \{0, \dots, 1_j, \dots, 0, \dots, (-1)_i, \dots, 0\}$ , wobei über alle Akteure  $l$  zu summieren ist, die innerhalb des betrachteten Zeitintervalls eine Fahrt von  $i \rightarrow j$  durchführen. Der Vektor  $\vec{k}$  beschreibt daher eine Fahrt, bei der ein Individuum von  $i$  (die Populationszahl der Verkehrszelle  $i$  vermindert sich um eine Person) nach  $j$  fährt (die Populationszahl der Verkehrszelle  $j$  erhöht sich um ein Individuum). Diese Vorgehensweise ist durch die erforderliche repräsentative Datenbasis entsprechend aufwendig und kann daher im

allgemeinen nicht durchgeführt werden, da zur Bestimmung der Verhaltensmuster und der key attitudes  $\vec{k}_l$  Zeitreihen über verhältnismäßig lange Zeiträume erforderlich sind.

Aus diesen Gründen ist eine weniger differenzierte Vorgehensweise, dafür jedoch der Analyse und Simulation zugänglichere Betrachtung angebracht. Zur Zeit  $t$  befinden sich  $E_i(t)$  Akteure in der Verkehrszelle  $i$ . Mit  $p_{ij}^\alpha(E, \vec{x})$  werden fahrtzweckspezifische Übergangsraten definiert, die außer von der expliziten Verteilung der Individuen  $\vec{E}$  von der räumlichen Verteilung weiterer, die Verkehrszellen charakterisierender Variablen  $\vec{x}$  abhängen, wie beispielsweise dem Arbeitsplatzangebot, dem Wohnungsangebot, dem Dienstleistungsangebot für Firmen und Haushalte sowie dem Freizeitangebot, um nur einige Faktoren zu nennen. Die Anzahl der Fahrten von  $i$  nach  $j$  ist damit gegeben durch:

$$F_{ij}^\alpha(\vec{E} + \vec{k}, \vec{E}) = E_i p_{ij}^\alpha(\vec{E}, \vec{x})$$

für  $k = \{0, \dots, 1_j, \dots, 0, \dots, (-1)_i, \dots, 0\}$ , wobei  $F_{ij}(E + k, E) = 0$  gilt, für alle anderen  $\vec{k}$ . Die somit eingeführten „individuellen“ Übergangsraten sind daher fahrtzweckbezogene Fahrtenwahrscheinlichkeiten von einer Verkehrszelle in eine andere, wobei im wesentlichen drei Faktorensatz von Bedeutung sind, die alle vom Fahrtzweck abhängen: Attraktivitäten der einzelnen Verkehrszellen, Widerstände sowie Mobilitätsparameter.

Um die Erklärungsleistung möglichst transparent zu gestalten, wählen wir den, in der Praxis bewährten funktionalen Zusammenhang (HAAG 1990; SANDERS 1992):

$$p_{ij}^\alpha(\vec{E}, \vec{x}) = \nu^\alpha(t) f^\alpha(t) b(t) g^\alpha(t_{ij}) \exp[u_j^\alpha(\vec{E}, \vec{x}) - u_i^\alpha(\vec{E}, \vec{x})],$$

wobei die Flexibilität der Akteure eine Fahrt zu unternehmen durch den Mobilitätsparameter  $\nu^\alpha(t)$  berücksichtigt wird,  $f^\alpha(t)$  die mittlere MIV-Fahrtenhäufigkeit je Person darstellt<sup>25</sup>,  $b(t)$  die unterschiedliche Breite der Stundengruppen bedeutet, und  $g^\alpha(t_{ij})$  die fahrtzweckspezifische Widerstandsfunktion, hier in Abhängigkeit von den Reisezeiten  $t_{ij}$  charakterisiert. Push/pull Faktoren (d.h. Standorteffekte) kommen in fahrtzweckspezifischen und verkehrszellenabhängigen Attraktivitäten  $u_i^\alpha(\vec{E}, \vec{x})$  zum Ausdruck.

Die zentrale inhaltliche Fragestellung lautet damit:

- *Welche Faktoren bestimmen die allgemeine Häufigkeit, die Zielregion zu wechseln?*

<sup>25</sup> In diesem Zusammenhang kann analog auch der mittlere Fahrzeugbesetzungsgrad als Erklärungsvariable der fahrtzweckspezifischen Übergangsrate berücksichtigt werden.

- *Welche Größen sind als Hemmnisse oder Barrieren für Fahrten zu apostrophieren?*
- *Welche Standortfaktoren bestimmen die unterschiedlichen Attraktivitäten der einzelnen Verkehrszellen?*

Diese drei Fragen sollen nachfolgend für das STASA-Verkehrsmodell beantwortet werden.

Es wird davon ausgegangen, daß die Akteure einer Population für einen bestimmten Fahrzweck die Attraktivitäten der Verkehrszellen vergleichen und daß mit wachsender Differenz  $(u_j^\alpha(E, \bar{x}) - u_i^\alpha(E, \bar{x})) > 0$  die Wahrscheinlichkeit für eine Fahrt pro Zeiteinheit von Verkehrszelle  $j$  nach  $i$  zunimmt und damit gleichzeitig die Fahrtenwahrscheinlichkeit in die entgegengesetzte Richtung  $i \rightarrow j$  abnimmt.

Der Ansatz für die Übergangsraten ermöglicht - im Gegensatz zu bekannten Verkehrsmodellen - die Beschreibung der Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung in einem Schritt. Für die Verkehrserzeugung ist in obiger Gleichung der push-Faktor  $u_i^\alpha(\bar{E}, \bar{x})$  verantwortlich, der pull-Faktor  $u_j^\alpha(E, \bar{x})$  stellt den Einfluß der Standortfaktoren auf die Zielwahl dar. Ohne weiter darauf einzugehen, sollen hier kurz noch einige weitere Begründungen der exponentiellen Form in den Übergangsraten aufgeführt werden:

- In HAAG (1989) wird gezeigt, daß die Mastergleichung bei den gewählten Übergangsraten das Multinomial-Logit-Model (MNL) als stationären Grenzfall enthält.
- Die regionalen fahrtzweckspezifischen Attraktivitäten  $u_i^\alpha(\bar{E}, \bar{x})$  werden mit Verhaltensintensionen bzw. regional zuordenbaren Makrovariablen wie der Populationszahl  $\bar{E}$  und anderen sozioökonomischen Variablen  $\bar{x}$  in Zusammenhang gebracht. Es ist zu erwarten, daß diese Variablen als Linearkombination die regionalen Attraktivitäten bestimmen. Eine Linearisierung der  $u_i^\alpha(\bar{E}, \bar{x})$  bezüglich ihrer Variablen  $\bar{E}$  und  $\bar{x}$  enthält jedoch bereits nichtlineare Effekte bezüglich des Entscheidungsverhaltens der Subpopulationen.
- Die Fechner'schen Gesetze (FECHNER 1877), in neuerer Überprüfung durch Hofstätter (HOFSTÄTTER/WENDT 1967), stellen einen Zusammenhang zwischen der realen Größe eines Reizes und seiner subjektiven Wahrnehmung her:

„Das Massgesetz der Empfindung (...) bezieht sich auf die Abhängigkeit der Empfindungsgrösse selbst von der Grösse des Reizes und sagt aus: dass die Grösse der Empfindung proportional dem Logarithmus des, durch seinen Schwellenwerth dividirten Reizes, oder, wenn man den Schwellenwerth als Reizeinheit nimmt, einfach proportional dem Logarithmus des Reizes, wovon die Empfindung abhängt, wächst.“<sup>26</sup>

Die Reizgröße sollte daher, entsprechend dem Fechner'schen Gesetz, exponentiell von den Empfindungen abhängen.

- Nach dem Weber'schen Gesetz (WEBER, 1909)

„... bleiben die Unterschiede, Aenderungen oder Zuwüchse der Empfindung sich gleich, nicht, wenn die absoluten, sondern wenn die relativen Unterschiede, Aenderungen oder Zuwüchse des Reizes sich gleich bleiben, indem man unter relativem Zuwuchs den absoluten Zuwuchs dividirt durch die Grösse des Reizes, zu dem der Zuwuchs erfolgt, versteht.“

Entsprechend wird auch im Ansatz für die Übergangsraten die Differenz zweier Attraktivitäten verwendet, d.h. es werden relative Attraktivitätsänderungen im Entscheidungskalkül betrachtet.

- Die geforderte Positivität der gruppenspezifischen Übergangsraten  $p_{ij}^{\alpha}(E, \vec{x}) > 0$  ist sichergestellt.

## Die Modellierung der Attraktivitäten der Verkehrszellen

Um eine Verknüpfung des STASA-Verkehrsmodells mit der Standortebene zu erhalten, werden die fahrtzweckspezifischen Attraktivitäten  $u_i^{\alpha}(\vec{E}, \vec{x})$  in Beziehung zu den Strukturdaten  $\vec{E}$  und  $\vec{x}$  gesetzt. Ohne wesentliche Einschränkung kann man davon

---

<sup>26</sup> Für optische und akustische Wahrnehmungen mittlerer Intensität hat sich dieser Zusammenhang empirisch gut bestätigt und z.B. in der Definition der Phonzahl, dem physiologischen Maß der Lautstärke, widerspiegelt.

ausgehen, daß die Attraktivität  $u_i^\alpha(\vec{E}, \vec{x})$  einer Verkehrszelle  $i$  zur Zeit  $t$  in Form einer Potenzreihe darstellbar ist:<sup>27</sup>

$$u_i^\alpha(\vec{E}, \vec{x}) = \sum_n b_n^\alpha(t) x_i^n(t),$$

wobei die zugeordneten Elastizitäten mit  $b_n^\alpha(t)$  bezeichnet sind.

In einem ersten Schritt werden die Attraktivitäten der Verkehrszellen  $u_i^\alpha(\vec{E}, \vec{x})$  mittels eines Optimierungsverfahrens bestimmt. In einem weiteren Schritt erfolgt eine multiple Regression, um die Elastizitäten  $b_i^n(t)$  und die zugehörigen statistischen Testgrößen zu ermitteln.

## Die fahrtzweckspezifische Widerstandsfunktion

Im Zuge der Erstellung von Modellen, die auf wahrscheinlichkeitstheoretischen Grundlagen aufbauen (BASYS 1992), hat sich nach HAUTZINGER (1982) sowie STEIERWALD und SCHÖNHARTING (1993) für die Widerstandsfunktion in Abhängigkeit von den Reisezeiten  $t_{ij}$  die folgende Verteilung vom Gamma-Typ bewährt:

$$g^\alpha(t_{ij}) = t_{ij}^{c_1^\alpha} \exp(-c_2^\alpha t_{ij})$$

wobei die Parameter  $c_1^\alpha$  und  $c_2^\alpha$  vom Fahrtzweck abhängen. Durch die Aufteilung der Verkehrsströme in Stundengruppen (Tabelle 8.1) ist die Reisezeitmatrix unsymmetrisch, d.h.  $t_{ij} \neq t_{ji}$ .

In Abhängigkeit von der Stundengruppe  $\tau$  ändert sich die Fahrtzweckaufteilung innerhalb der (makroskopischen) Verkehrsströme. So überwiegen in den Morgenstunden und am späten Nachmittag Fahrten zwischen Wohnung/Arbeit und Arbeit/Wohnung, während Freizeitfahrten oder auch Einkaufsfahrten eine andere

---

<sup>27</sup> Bei der Anwendung des STASA-Verkehrsmodells hat sich gezeigt, daß allerdings lediglich die linearen Terme signifikant sind. Nichtlineare Effekte ergeben sich bereits durch die in den Übergangsraten enthaltene Exponentialfunktion.

zeitliche Verteilung über den Tag aufweisen. Die Schätzparameter  $c_1^\alpha$  und  $c_2^\alpha$  sind daher in ihrem tageszeitlichen Verlauf zu ermitteln.

## Die Dynamik der Populationsumverteilung beim STASA-Verkehrsmodell

Die Verteilungsfunktion  $P(\vec{E}, t)$  enthält derart umfangreiche Informationen über das Verkehrssystem und die Standorte ebene verglichen mit den zugänglichen empirischen Daten, daß eine weniger detaillierte Betrachtungsweise angebracht erscheint. Deshalb ist es in diesem Abschnitt das Ziel, geschlossene Bewegungsgleichungen für aggregierte Variablen (Mittelwerte) abzuleiten.

Die mittlere Zahl der Akteure in der Verkehrszelle  $i$  zur Zeit  $t$  ist definiert durch:

$$\bar{E}_i(t) = \sum_{\vec{E}} E_i P(\vec{E}, t),$$

wobei sich die Summation wieder über alle denkbaren Bevölkerungskonfigurationen  $\vec{E}$  erstreckt. Aus der Mastergleichung können nun auf direktem Wege exakte Bewegungsgleichungen für die Mittelwerte abgeleitet werden (vgl. WEIDLICH/HAAG, 1983):

$$\frac{d\bar{E}_i(t)}{dt} = \sum_{\alpha} \sum_{j=1}^L \overline{E_j p_{ji}^{\alpha}(\vec{E}, \vec{\omega})} - \sum_{\alpha} \sum_{j=1}^L \overline{E_i p_{ij}^{\alpha}(\vec{E}, \vec{\omega})}$$

Diese Gleichungen sind jedoch noch nicht in sich geschlossen, da die Ermittlung der rechten Seite die Kenntnis der vollständigen Wahrscheinlichkeitsverteilung verlangt. Für scharfe eingipflige Verteilungen (wie dies hier erwartet werden kann) ist jedoch folgende Annahme gerechtfertigt:

$$\overline{h(x)} = h(\bar{x})$$

d.h., daß unter den getätigten Annahmen der Mittelwert einer Funktion gleich der Funktion des Mittelwerts entspricht.<sup>28</sup>

<sup>28</sup> Es kann näherungsweise davon ausgegangen werden, daß die Varianz der Verteilung  $\propto \sqrt{\text{Akteurzahl}}$  ist. Daraus wird ersichtlich, daß die „Qualität“ der Näherung von der Definition der verwendeten Verkehrszellen abhängig ist.

Damit ergeben sich die genäherten, jedoch in sich geschlossenen Bewegungsgleichungen für den mittleren (wahrscheinlichsten) Populationsbestand innerhalb einer Verkehrszelle  $i$  zur Zeit  $t$ . Die tageszeitlichen Umverteilungen der Population aufgrund der durchgeführten Fahrten sowie infolge unterschiedlicher Aktivitäten werden damit dynamisch abgebildet. Die im Ansatz für die Fahrtenhäufigkeit auftretenden Systemparameter  $v^\alpha(t)$  und  $f^\alpha(t)$  lassen sich schätztechnisch nicht eindeutig zuordnen. Dies ist insoweit nicht entscheidend, da das Produkt dieser Parameter

$$\varepsilon^\alpha(t) = v^\alpha(t) f^\alpha(t)$$

eindeutig bestimmt werden kann und der Skalierungsparameter  $\varepsilon^\alpha(t)$  für sich genommen ein Maß für die Flexibilität (Mobilität) der Bevölkerung darstellt. Aufgrund dieses Zusammenhangs kann davon ausgegangen werden, daß  $\varepsilon^\alpha(t)$  sehr stark mit der mittleren MIV-Fahrtenhäufigkeit  $f^\alpha(t)$  korreliert ist. Damit vereinfachen sich die Umverteilungsgleichungen des STASA-Verkehrsmodells für die Populationszahlen entsprechend:

$$\begin{aligned} \frac{dE_i(t)}{dt} = & \sum_{\alpha} \varepsilon^\alpha(t) b(t) \sum_{j=1}^L E_j(t) t_{ji}^{\alpha} \exp(-c_2^\alpha t_{ji}) \exp[u_i^\alpha(t) - u_j^\alpha(t)] \\ & - \sum_{\alpha} \varepsilon^\alpha(t) b(t) \sum_{j=1}^L E_i(t) t_{ij}^{\alpha} \exp(-c_2^\alpha t_{ij}) \exp[-(u_i^\alpha(t) - u_j^\alpha(t))] \end{aligned}$$

für  $i = 1, \dots, L$ . Zur Vereinfachung der Darstellung wird im folgenden auf den Querstrich zur Charakterisierung der Mittelwerte verzichtet.

Die zeitliche Änderung des Bevölkerungsbestands errechnet sich in Abhängigkeit der Verkehrsströme  $F_{ij}^\alpha$  und  $F_{ji}^\alpha$  zwischen den einzelnen Verkehrszellen  $i$  und  $j$ . Die Ströme selbst hängen wiederum von den jeweiligen Attraktivitäten  $u_i^\alpha(\vec{E}, \vec{x})$  der Verkehrszellen  $i$  und vom Netzwerk der fahrtzweckspezifischen Widerstandsfunktionen  $g^\alpha(t_{ij})$ , d.h. den verkehrstromabhängigen Reisezeiten  $t_{ij}$ , den Widerstandsparametern  $c_1^\alpha$  und  $c_2^\alpha$ , und dem Skalierungsparameter  $\varepsilon^\alpha(t)$ , ab. Die Populationszahl einer Verkehrszelle und damit der Fahrzeugbestand werden damit zeitaufgelöst abgebildet. Dies ist erforderlich, um im weiteren Verlauf Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage nach den verschiedenen Verkehrsträgern angemessen zu erfassen. Die Abhängigkeit der Attraktivitäten der Verkehrszellen von  $\vec{E}$  und  $\vec{x}$  hat zur Konsequenz, daß nun die Umverteilungsgleichungen zu nichtlinearen Differential- bzw. Differenzgleichungen werden. Die Nichtlinearität spiegelt dabei unter anderem die



Komplexität der zugrunde liegenden Entscheidungsprozesse wider. In Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen, d.h. dem Personen- bzw. Fahrzeugbestand zu einem gegebenen Zeitpunkt und den weiteren Systemparametern im Untersuchungsraum, kann die nichtlineare Dynamik zu einer komplexen Vielfalt sich selbst organisierender Verkehrsströme führen.

Das hier dargestellte STASA-Verkehrsmodell bildet Wegekettenteile in aggregierter Form ab. Gleichzeitig erfolgen Verkehrserzeugung und -verteilung in einem Modellschritt. Dies sind wesentliche Unterschiede zum gängigen Vier-Stufen-Algorithmus.

## **Literatur:**

**BASYS**, unter Mitarbeit von Abay+Meier und des IVT Heilbronn: Vergleichbarkeit der Verkehrszensuren 1984 und 1989, Gutachten im Auftrag des Dienstes für Gesamtverkehrsnachfragen und des Bundesamtes für Statistik, Augsburg, Luzern, 1992

**BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR (Hrsg.):** Qualifizierung, Quantifizierung und Evaluierung wegebauinduzierter Beförderungsprozesse, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, FE-Nr. 90436/95 (1996)

**COURGEAU, D.:** Interaction between Spatial Mobility, Family and Carer Life-Cycle: A French Survey, in: European Sociological Review, 1, 139-162, 1985

**FECHNER, G.T.:** In Sachen der Psychophysik, Leipzig, 1877

**HAAG, G.:** Dynamic Decision Theory: Application to Urban and Regional Topics, (Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1989)

**HAAG, G.:** Transport: A Master Equation Approach, In: Bertuglia, C.S.; Leonardi, G.; Wilson, A.G.: Urban Dynamics, Designing an Integrated Model, London und New York, 1990

- HAAG, G., MUELLER, U., TROITZSCH, K. (Eds.):** Economic Evolution and Demographic Change: Formal Models in Social Sciences, (Springer, 1993)
- HAUTZINGER, H.:** Reiseweite- und Reisezeiteffekte von Geschwindigkeitszuwächsen im Personenverkehr, in: Internationales Verkehrswesen, 34, 227-249, 1982
- HOFSTÄTTER, P.R.; WENDT, D.:** Quantitative Methoden der Psychologie, München, 1967
- LEVASSEUR, E.:** La répartition de la race humaine, Bulletin de l'Institut International de Statistiques, XVIII, 2, 57 (1909)
- OESER, E., PAREY, P.:** Das Abenteuer der kollektiven Vernunft, (Paul Parey, Berlin, 1987)
- RAVENSTEIN, J.:** The Laws of Migration, Journal of the Statistical Society, 48, 167-235 (1885)
- SANDERS, L.:** Système de Villes et Synergétique, Paris, 1992
- STEIERWALD, SCHÖNHARTING UND PARTNER GmbH:** Nachbarschaftsverband Stuttgart, Personen-/Kfz-Verkehr 1990, Stuttgart 1993
- WEBER, A.:** Über den Standort der Industrien, Tübingen, 1909 (zitiert nach: Sedlacek, P.: Wirtschaftsgeographie, Darmstadt, 1988)
- WEIDLICH, W.:** Wechselwirkung „zwischen den zwei Kulturen“ - Zur Rolle der Naturwissenschaften in der (post-?) modernen Gesellschaft, Phys. Bl. 49, 811-813 (1993)
- WEIDLICH, W., HAAG, G.:** Concepts and Models of a Quantitative Sociology, The Dynamics of Interaction Populations, Springer Series of Synergetics, Vol.14 (Springer, 1983)
- WEIDLICH, W., HAAG, G. (Eds.):** Interregional Migration, Dynamic Theory and Comparative Analysis, (Springer, 1988)

**Dipl.-Soz. Konrad Götz / Dr. Peter Wehling**

*Institut für Sozialökologische Forschung (ISOE) GmbH, Frankfurt*

## **Verkehrswissenschaft Soziologie**

### **Mobilitätsstile - ein sozial-ökologischer Zielgruppenansatz**

**Ergebnisse aus dem sozialempririschen Projekt Mobilitätsleitbilder und Verkehrsverhalten**

### **Soziologie und Verkehr**

Es fällt auf, daß es viele spezielle Soziologien gibt, z.B. die Kultursociologie, die Sportsoziologie und seit einiger Zeit - in Deutschland mit 20-jähriger Verspätung - auch eine Umweltsoziologie - aber keine Verkehrssoziologie. Daß die Fragestellungen der Soziologie nur selten mit den Fragen und Problemen der Distanzüberwindung im physischen Raum verknüpft wurden, trug mit bei zum Vorwurf der "Raumblindheit" der Soziologie. Dennoch gab und gibt es in der Soziologie den Raum als Modell. Die vertikale Dimension, also das Oben und das Unten bezog sich meist auf soziale Mobilität, also die Analyse des gesellschaftlichen Auf- oder Abstiegs. Mit der horizontalen Dimension wurden zwar Ortsveränderungen, aber meist unter dem Aspekt "von sozio-kulturellen Anpassungsprozessen" erforscht (Spiegel 1976). Pointiert ausgedrückt: die Fragestellungen der alltäglichen Fortbewegung im Straßenverkehr waren lange Zeit nicht mit den Forschungsthemen, die eine akademische Soziologenkariere vorangebracht haben, vereinbar.

Damit ergibt sich eine vorläufige Antwort auf die erste Frage, die uns gestellt worden ist: Womit befaßt sich Soziologie? Mit Modellen der Gesellschaftsstruktur; Annahmen

zur gesellschaftlichen Segmentierung, mit dem "Oben" und "Unten", mit der gesellschaftlichen Ungleichheit (lange Zeit mit Hilfe von Klassen- und Schichtenmodellen).

Wenn wir einmal davon ausgehen, daß die These von der "Raumblindheit" der Soziologie zumindest für eine bestimmte Phase zutrifft, dann kann für diese Zeit jedenfalls festgehalten werden: "Als der Verkehr gegen Ende der fünfziger Jahre ins öffentliche Bewußtsein trat, stand demnach der deutschen Soziologie keinerlei theoretisches Gerüst zur Verfügung, an das sie hätte anknüpfen können." (Spiegel 1976: 6).

Dieser Mangel führte dazu, daß die Verkehrsplaner und Praktiker, die unter Problemdruck standen, sich selbst behelfen. Sie integrierten statistische Daten, später auch sozialstatistisches know-how in die Verkehrsforschung. So entstanden in den 60er Jahren erste Modelle, die auf Basis der Korrelation von soziodemographischen Siedlungsdaten und Verkehrsströmen Prognosen über das Verkehrsaufkommen erstellten. Letztlich beruhten diese Modelle - in Anlehnung an die amerikanischen transportation studies - auf der zweifelhaften Annahme eines Kausalzusammenhangs zwischen Soziodemographie und Verkehrsverhalten. Individuelle Motivationen und Einstellungen wurden nur als "subjektiver Rest" behandelt, der praktisch vernachlässigt werden könne. Man kann diese Modelle auf Basis aggregierter Siedlungsdaten als "vorsoziologische Phase" der Verkehrsforschung bezeichnen. Es handelt sich um typische Modelle der auto-orientierten 60er Jahre: Es ging um die Optimierung der zumeist automobilen Verkehrsströme.

Erst mit den neuen Fragestellungen der 70er Jahre (Energiekrise, Belastung der Städte durch den Autoverkehr) entstanden Forschungsmethoden, die Verhalten nicht mehr aus den Eigenschaften von Verkehrszellen ableiteten, sondern aus Befragungen der VerkehrsteilnehmerInnen. So entstand z.B. das Modell der verhaltenshomogenen Gruppen. Dabei wurden individuelle, also disaggregierte soziodemographische Daten mit Daten zum individuellen Verkehrsverhalten verknüpft und es entstanden signifikante Differenzen zwischen unterschiedlichen Subgruppen (Kutter 1973). Ebenfalls auf subjektbezogenen Informationen beruht das zunächst nur deskriptiv arbeitende Forschungsdesign der Kontinuierlichen Erhebungen zum Verkehrsverhalten (KONTIV), das bis heute großen Einfluß hat. Auf Basis eines Stichtages werden Personen befragt, zu welcher Zeit sie welche Verkehrsmittel für welche Wege zu welchen Alltags-Aktivitäten benutzen. Damit verbunden ist die Darstellung des Verkehrsverhaltens im sogenannten Modal Split (Verteilung der Wege auf die Fortbewegungsarten Zufußgehen, Fahrrad, ÖPNV und Auto). Mit dem Aufkommen ökologischer Fragestellungen seit den 70er Jahren wurden deskriptive Fragestellung mit strategischen verknüpft. W. Brög (Socialdata) entwickelte z.B. den "Situationsansatz",

der über die Bestimmungsgründe des Verkehrsverhaltens ebenso Auskunft geben soll, wie über die Möglichkeiten mit sog. "soft policies" den Umstieg auf den ÖPNV zu erreichen (Brög 1997).

Etwa zur gleichen Zeit, Ende der 70er-, Anfang der 80er Jahre verlieren Klassen- und Schichtmodelle an Erklärungskraft. Die Soziologie befaßt sich mit der Ethnomethodologie und kommt zu Modellen der gesellschaftlichen Differenzierung und Pluralisierung, die nicht mehr (nur) auf soziodemographischen Daten beruhen. Das Alltagsbewußtsein und der alltägliche "Stil der Lebensführung" (M. Weber) der Befragten werden zum Bestandteil der soziologischen Abstraktionen. Die veränderten Formen der Ungleichheit und der gewollten Differenz in der Gesellschaft führen zu neuen Modellen. Die Soziologie, aber vor allem die unter Praxisdruck stehende angewandte Sozialforschung spricht nun vom "Raum der Lebensstile" (Bourdieu 1982) und von Sozialen Milieus (SINUS 1993).

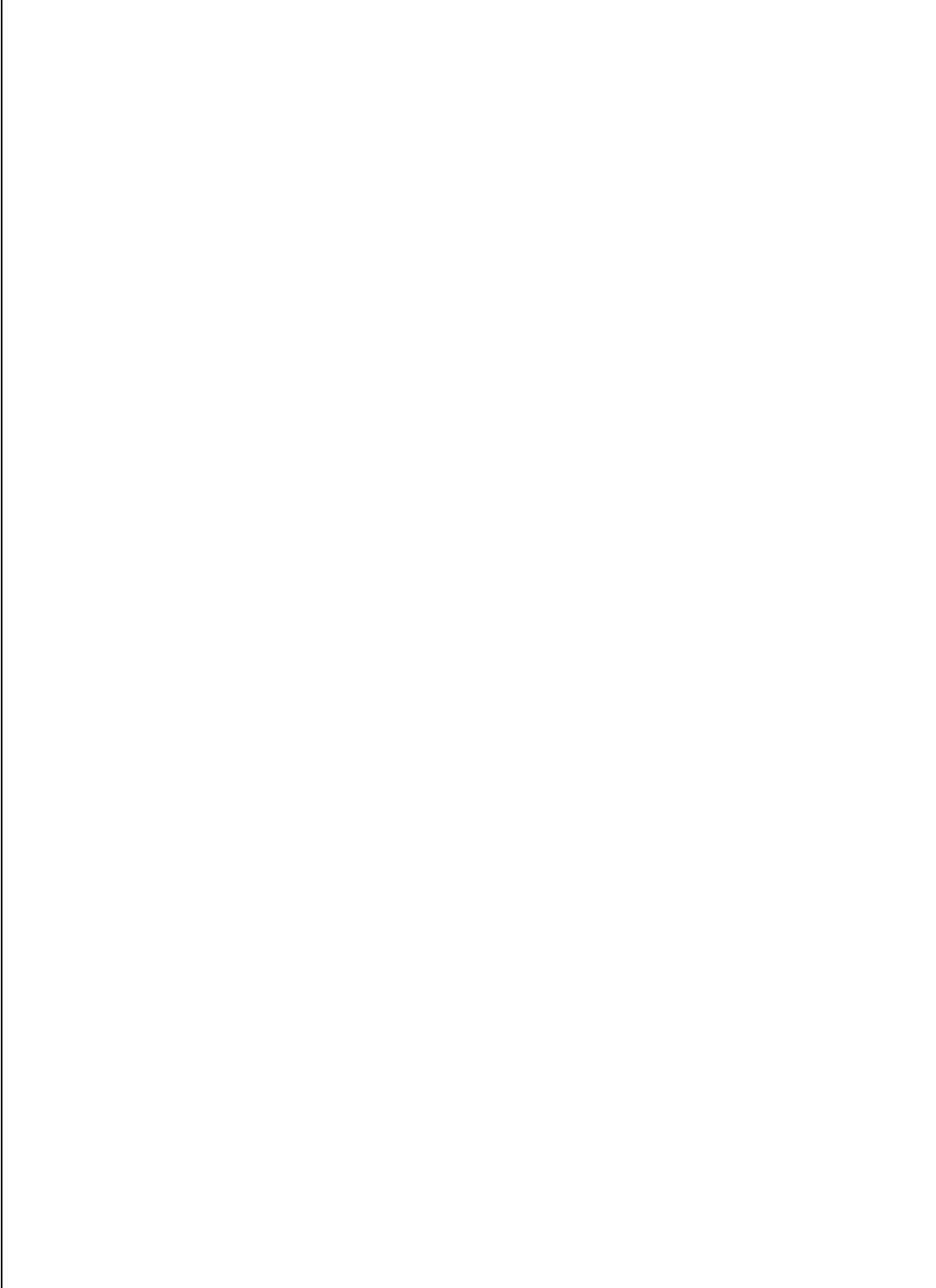
## **Das Konzept der Mobilitätsstile:**

Mit dem Forschungskonzept der Mobilitätsstile hat das ISOE den Versuch unternommen, die Erkenntnisse der Lebensstilforschung und die Fragen einer ökologisch orientierten Verkehrsforschung miteinander zu verknüpfen.

Der Forschungsansatz wurde im Rahmen des vom BMBF geförderten Vorhabens "Stadtverträgliche Mobilität" in dem sozialempirischen Subprojekt "Mobilitätsleitbilder und Verkehrsverhalten" entwickelt. Das Konzept der Mobilitätsstile hat den großen Vorteil, daß es sowohl wissenschaftlich-analytisch als auch anwendungsorientiert-strategisch verwendbar ist.

Mobilitätsstile beschreiben in typologisierender Form die Mobilitäts- und Lebensstilorientierungen sowie das Verkehrsverhalten der Stadtbevölkerung (in diesem Falle: in den beiden Modellstädten Freiburg und Schwerin). Dabei werden neben Daten zur sozialen Situation (Soziodemographie) auch Einstellungsdaten zur Mobilitäts- und Lebensstilorientierung erhoben. Das bedeutet zum einen, "Mobilität und Verkehr besser zu verstehen" - also den motivationalen Hintergrund des Verkehrsverhaltens zu beleuchten (dies geschah unter Einbeziehung symbolischer und affektbezogener Motive). Zugleich bietet eine solche Typologie ein Zielgruppenmodell für Maßnahmen

im Sinne des übergreifenden Projektziels: räumliche (und soziale) Mobilität von Automobilität zu entkoppeln.



### **Zum methodischen Aufbau**

Zunächst wurden 2 x 50 qualitative Tiefeninterviews mit einer Dauer von bis zu 120 Minuten durchgeführt. Darauf folgte in beiden Städten eine Repräsentativbefragung von je 1000 Personen. Die Daten wurden einer Faktorenanalyse zur Identifikation zusammenhängender Hintergrundmotive unterzogen. Die danach durchgeführte Clusteranalyse führte zur Abgrenzung von Mobilitätstypen.

Erst die Korrelation dieser gruppierten Daten mit Informationen zum Verkehrsverhalten führte zu den "Mobilitätsstilen".

Die gegen Ende des Projekts durchgeführten Gruppendiskussionen mit Repräsentanten wichtiger Zielgruppen dienten der Analyse der Attraktivität und Akzeptanz umsetzungsorientierter Maßnahmen.

### **Kurzcharakterisierung der Mobilitätstypen in Freiburg:**

#### **Mobilitätsstile in Freiburg**

### *1. Die traditionell Häuslichen*

Häuslicher familien- und sicherheitsorientierter Typus, der sich hauptsächlich dadurch auszeichnet, keine pointierten oder aber sehr traditionelle Orientierungen zu vertreten. Ältere und Frauen sind überrepräsentiert, ebenso wie die unteren Bildungsabschlüsse. Es gibt in dieser Gruppe überdurchschnittlich viele RentnerInnen und Hausfrauen.

### *2. Die risikoorientierten Autofans*

Aufstiegs- und leistungsorientierter Typus, der sich zu Risiko und gelegentlicher Aggression beim Autofahren bekennt. Das Auto ist Symbol der Unabhängigkeit und der Flucht aus dem Alltag. Den Spaß an Risiko und Abwechslung kann diese Gruppe auch mit dem Fahrrad erleben. Ein Typus, der den vollerwerbstätigen Mann mittleren Alters repräsentiert (höchster Männeranteil aller Mobilitätstypen: 90%).

### *3. Die statusorientierten Automobilen*

Prestigeorientierter Typus, der das Auto als Statussymbol schätzt, aber auch, weil bei allen anderen Fortbewegungsformen ein hoher Grad an Verunsicherung erfahren wird. Beim Radfahren und Zufußgehen dominieren eher Empfindungen der Bedrohung. Zudem gibt es eine deutliche Abneigung gegen die Situation als Fahrgast im ÖPNV. Frauen sind in dieser Gruppe leicht überrepräsentiert (Anteil: 65%).

### *4. Die traditionell Naturorientierten*

Typus mit traditioneller Grundorientierung, für den das Naturerleben im Vordergrund steht. Entsprechend gibt es bei den Angehörigen dieser Gruppe eine hohe Affinität zum Zufußgehen. Gleichzeitig wird die Situation als FußgängerIn im Straßenverkehr als ungeschützt und gefährlich erlebt. Die Straßenbahn wird zwar sehr geschätzt, aber nächtliche Wege werden als besonders bedrohlich empfunden. Frauen sind auch in dieser Gruppe leicht überrepräsentiert (Anteil: 67%).

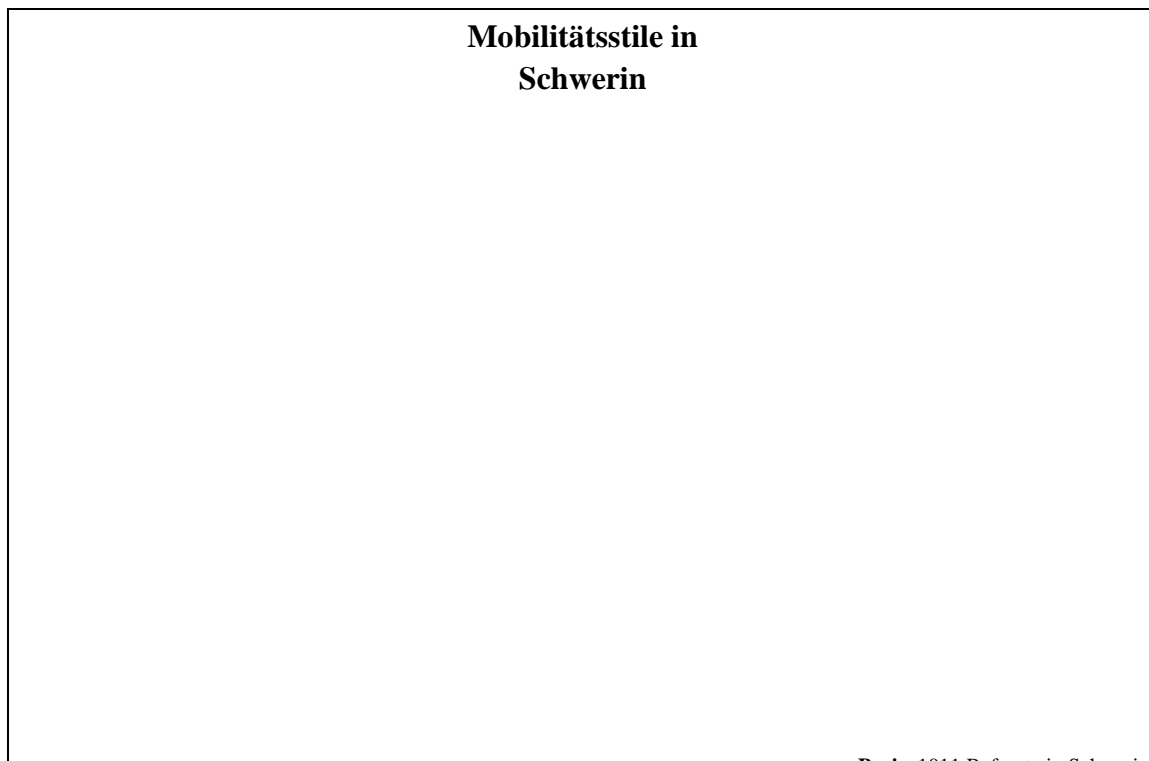
### *5. Die ökologisch Entschiedenen*

Diese eher junge und für neue Technik aufgeschlossene Gruppe ist fahrradbegeistert und lehnt das Autofahren aus ökologischen Gründen ab. Wenn das Auto dennoch benutzt wird, was selten geschieht, befindet sich dieser Typus in Widerspruch mit sich und seinen hohen Ansprüchen an ein umweltfreundliches Alltagsverhalten. Alle Verkehrsmittel-Alternativen zum Auto werden positiv bewertet. Dieser Typus ist argumentativ ansprechbar und repräsentiert am ehesten eine politische



Umweltorientierung. Die Geschlechterverteilung ist fast ausgeglichen (Männeranteil: 56%).

### **Kurzcharakterisierung der Mobilitätstypen in Schwerin:**



#### *1. Die verunsicherten Statusorientierten*

Ein überdurchschnittliches Einkommen ist das einzige, was diese Gruppe soziodemographisch vom Durchschnitt der Befragten unterscheidet. Hinsichtlich der Orientierungen handelt es sich um einen autoritäts- und familienorientierten Typus, der das Auto als funktionales Transportmittel schätzt, aber eine gewisse Verunsicherung im Straßenverkehr erlebt. Risikoreiches und schnelles Fahren wird abgelehnt. Radfahren wird als gefährlich, die Situation als Fahrgast im ÖPNV als unangenehm wahrgenommen.

## *2. Die mobilen Erlebnisorientierten*

Hedonistischer, erlebnishungriger Typus, der alle Formen der Mobilität so praktiziert, daß sie Abwechslung und Spaß bringen. Dies gilt auch und insbesondere für das Zufußgehen. Das Auto wird ebenso wie das Fahrrad nicht als rational begründete Notwendigkeit, sondern als Mittel für die Erlebnis-Intensivierung genutzt. Es handelt sich um eine sehr junge Gruppe, in der männliche Facharbeiter überrepräsentiert sind.

## *3. Die unauffälligen Umweltbesorgten*

Das Verhältnis zum Auto ist in dieser Gruppe ambivalent. Ökologische Argumente sind wichtig, aber die Schutzfunktion des Autos - insbesondere gegen nächtliche Bedrohung - ebenso. Frauen und Ältere, Nichterwerbstätige und RentnerInnen sind überrepräsentiert.

## *4. Die aggressiven Autofahrer und Autofahrerinnen*

Berufsorientierter Typus, der sich zu seiner Autoliebhaberei und zum risikoreichen und aggressiven Fahren bekennt. Das Auto ist aus Sicht dieser Gruppe eine wichtige Bedingung, aber auch ein Symbol der gesellschaftlichen Zugehörigkeit. Im Unterschied zu den Freiburger Autofans macht dieser Typus aus seiner Abneigung gegen Radfahrer keinen Hehl. Männer sind mit 67% zwar überrepräsentiert, aber weit weniger als bei den "risikoorientierten Autofans" in Freiburg. Vollerwerbstätige Männer und Frauen mit höherer beruflicher Stellung stellen ebenfalls einen überdurchschnittlichen Anteil dieser Gruppe.

## **Mobilitätsstile: Mobilitätsorientierungen und Verkehrsverhalten**

Bei der Frage nach dem Verkehrsverhalten muß zunächst betont werden, daß in die Clusterbildung der Typologie ausschließlich Faktoren der Mobilitätsorientierung, also inhaltliche Variablen zum Thema Auto, Fahrrad, ÖPNV und Zufußgehen konstituierend eingegangen sind. Die Daten des Verkehrsverhaltens wurden erst gerechnet, als die Typologien auf Basis der inhaltlichen Dimensionen bereits feststanden. So entstand ein echter Hypothesentest über den Zusammenhang von Mobilitätsorientierungen und Verkehrsverhalten. Das Ergebnis ist auf der nachfolgenden Graphik dargestellt.

Als Ergebnis kann festgehalten werden: Die These eines nur schwachen oder sogar ganz fehlenden Zusammenhangs zwischen Orientierung und Verhalten - die ja in der Umweltdebatte eine hervorragende Rolle spielt - läßt sich (in ihrer Pauschalität) nicht halten. Im Gegenteil: Die hier nur in ihren wesentlichen Dimensionen dargestellten Mobilitätstypen zeigen signifikante Unterschiede auch bei den Indikatoren des Verkehrsverhaltens.

So saß z.B. der "ökologisch entschiedene" Typus in Freiburg werktags nur bei 10% aller Wege am Steuer eines Autos (dazu kommen weitere 5% motorisierter Individualverkehr durch Fahrten auf dem Beifahrersitz und mit dem Motorrad). Dagegen sitzen die "risikoorientierten Autofans" bei 56% aller Wege am Steuer eines Autos (bei Einbezug der Fahrten als BeifahrerIn und mit dem Motorrad ergibt sich ein Gesamtwert-MIV von 62%).

Die *aggressiven Autofahrer und Autofahrerinnen* in Schwerin nutzen das Auto gar für 65% aller Wege (MIV gesamt: 69%), die *unauffälligen Umweltbesorgten* jedoch nur für 19%. Werden zusätzlich die zurückgelegten Entfernungen berücksichtigt und mit der Wegezanzahl multipliziert, so ergibt sich die für ökologische Schädwirkungen relevante Verkehrsleistung. Dabei wird deutlich, daß die risikoorientierten Autofans 84% der Verkehrsleistung mit Hilfe des motorisierten Individualverkehrs erbringen und nur 16% mit den Alternativen zum Auto: dem ÖPNV, dem Fahrrad oder zu Fuß. Die Gruppe der *ökologisch Entschiedenen* erbringt dagegen 62% der Verkehrsleistung mit diesen Verkehrsmitteln, aber nur (bzw. immerhin noch) 38% mit Auto oder Motorrad.

Diese Ergebnisse belegen: Im Gegensatz zu der in der Umweltbewußtseinsforschung häufig vertretenen Behauptung einer generellen Kluft zwischen den Orientierungen und dem Verhalten handelt es sich um zusammenhängende Muster.

Diese je nach Mobilitätstyp unterschiedliche Konstellation von Mobilitätsorientierung, Lebensstil und Verkehrsverhalten bezeichnen wir als *Mobilitätsstil*. Sie ist für uns der Ansatz für die Entwicklung von zielgruppenspezifischen Strategien.

Mit dem wichtigen Ergebnis, der Darstellung des Zusammenhangs von Lebensstil, Mobilitätsorientierungen, und Verkehrsverhalten kann zugleich die zweite Frage der Tagung - nun allerdings aus Sicht der spezifischen Problematik - beantwortet werden: Welche Begriffe verwendet die Soziologie bei ihren zentralen Abstraktionen? Sie analysiert Alltagsverhalten vor dem Hintergrund der sozialen Situation und gesellschaftlicher Strukturen und Normen. Das alltägliche Verkehrsverhalten kann aus dieser Perspektive nicht (nur) als abhängige Variable von Siedlungsstrukturen und räumlicher Differenzierung betrachtet werden. Vielmehr gehen Lebensstil-Orientierungen ebenso ein wie sozialpsychologische Faktoren und die gesellschaftliche

Dominanz des automobilen Leitbildes, aber auch die Normalität abweichender Leitbilder. Und umgekehrt: Ein unspezifischer, ohne Bezug zu einem spezifischen Problemfeld benutzter Begriff von "Umweltbewußtsein" gehört aus dieser Sicht nicht zu den "zentralen Abstraktionen" der Soziologie.

## **Umsetzungsvorschläge für die Praxis**

Ein Soziologe, der in einem Beitrag vor Geographen, Raumplanern, Ökonomen, Physikern und Bauingenieuren das Thema "Praxis" auslassen würde, bestätigte nur das alte Klischee von der Theorielastigkeit und Praxisferne der Soziologie. Aber der Soziologe wäre keiner, wenn seine Vorschläge nicht auch ein wenig Utopie und Vision enthalten würden.

Was können also die PraktikerInnen mit den Informationen über die Mobilitätsstile anfangen? Eine erste Antwort gibt die Tatsache, daß derartige Zielgruppenmodelle im Marketing häufig verwendet werden; zumeist wird dabei allerdings die Verhaltensdimension vernachlässigt. Die Einbeziehung von Lebensstilinformationen macht es möglich, sich ein plastisches Bild der Zielgruppe zu machen. Es können auf dieser Grundlage Produkte, Dienstleistungen und die zugehörigen Kommunikationskampagnen so gestaltet werden, daß sie den Orientierungen der Zielgruppe möglichst nahekommen.

Was das bedeuten kann, soll nachfolgend am Beispiel der beiden Städte Freiburg und Schwerin illustriert werden. Beim Produktmarketing geht es darum, das Produkt und die Werbung so attraktiv zu gestalten, daß gekauft wird. Dagegen geht es bei einem Marketing für "Stadtverträglichkeit" darum, Maßnahmen und Angebote einer vom Autobesitz entkoppelten Mobilität so attraktiv zu machen, daß entsprechende Handlungspotentiale sich in Verkehrsverhalten umsetzen.

Ein wenig utopisch ist unser Vorschlag insofern, als bisher die Strukturen und Qualifikationen in der kommunalen Praxis nicht auf ein zielgruppenspezifisches Marketing vorbereitet sind. Dies kann allenfalls von den Verkehrsbetrieben, dann aber beschränkt auf den ÖPNV, erwartet werden. Dennoch wird nachfolgend an Beispielen dargestellt, was es bedeuten könnte, für vier Zielgruppen Angebote und Kommunikationsmaßnahmen zu entwickeln.

## **Beispiele für Maßnahmen in Freiburg:**

### *Die Traditionell Häuslichen*

- Die traditionelle Sparsamkeit dieser Gruppe wird berücksichtigt und es werden die Einsparungsmöglichkeiten der vom Auto entkoppelten Mobilität kommuniziert.
- Mobilität ohne Autobesitz wird sozial aufgewertet, um so der Vorstellung, ohne Auto nicht mehr “dabei” zu sein, also sozial desintegriert zu sein, entgegenzuwirken.
- Es werden neue attraktive Tarife für die Älteren im ÖPNV entwickelt, zu bestimmten Zeiten gilt der Nulltarif.
- Das Informationsmaterial für eine Fortbewegung ohne Auto wird einfach, verständlich und durchschaubar gestaltet.
- Kleinräumige Mobilität zu Fuß, die in dieser Gruppe große Bedeutung hat, wird erleichtert, gefördert und aufgewertet.

### *Die ökologisch Entschiedenen*

- Die Bereitschaft zur Abschaffung privater Autos in dieser Gruppe wird gefördert und materiell sowie symbolisch belohnt.
- Es gibt eine Mobilitätsgarantie für Haushalte ohne eigenes Autos, eine moderne Informations- und Kommunikationsinfrastruktur für ein vernetztes System des kombinierten Verkehrs (einschließlich Car-Sharing).
- Die Radfahrbegeisterung wird durch Diebstahl- und Wetterschutz sowie durch Verbesserung der Kombinationsmöglichkeiten des ÖPNV mit dem Fahrrad unterstützt.

## **Beispiel Schwerin:**

### *Die mobilen Erlebnisorientierten*

- Es werden interessante Angebote zum Thema “Auto nutzen statt haben” entwickelt (Betriebliches Car-Sharing, Fahrgemeinschaften).
- Der ÖPNV wird nicht als hauptsächliches Verkehrsmittel, aber als Bestandteil eines persönlichen Verkehrsmittel-Mix propagiert.
- Das Modebewußtsein der Zielgruppe wird berücksichtigt und sie wird als Trendsettergruppe in eine Kampagne des modernen, schicken Fahrradfahrens integriert.
- Es werden attraktive Erlebnisangebote für Jugendliche in der Stadt geschaffen und so Alternativen zur Freizeit-Automobilität angeboten und der hohe Zfußanteil in dieser Zielgruppe erhalten.

### *Die aggressiven Autofahrer und Autofahrerinnen*

- Autokritische Inhalte finden in dieser Gruppe keine Resonanz, aber ein anderer Umgang mit dem Auto wird gefördert: Verzicht auf Autonutzung bei kürzestem Wege, Verhinderung und Delegitimierung eines sportlich-aggressiven Fahrstils in der Stadt.
- Eine Erhöhung der Attraktivität des ÖPNV gelingt in dieser Zielgruppe nur, wenn nachgewiesen wird, daß Ziele mit Strassenbahn, Bus und Zug schneller erreicht werden können (Effektivität, Modernität und Bequemlichkeit sind mögliche Argumente).
- Hinsichtlich des Fahrradfahrens wird berücksichtigt, daß es Vorurteile gegenüber Radfahrern gibt, andererseits kann aber die Technikfaszination in dieser Zielgruppe als Basis für “Initiationserlebnisse” mit dem Fahrrad genutzt werden.

(Auf der folgenden Graphik sind stichwortartig Angebote und Kommunikationsmaßnahmen für *alle* Zielgruppen dargestellt.)

## Fazit

Der Beitrag, den eine "Verkehrswissenschaft Soziologie" wie sie hier verstanden wird, zur Erklärung des Verkehrsgeschehens leisten kann, besteht in einem angemessen komplexen, zugleich alltagsnahen Bild des motivationalen Hintergrundes der Mobilität in sozial differenzierten Gruppen. Im Gegensatz zum Bild der traditionellen Verkehrsplanung, in der das Verhalten im wesentlichen als abhängige Variable der Planung und der Infrastruktur abgebildet wurde, werden nun die eigensinnigen Motive der in sozialen Kontexten handelnden Individuen erfaßt. Aber es hieße gegenüber der traditionellen Planungssicht ins gegenteilige Extrem, in einen Psychologismus zu verfallen, wenn nun Verhalten ausschließlich als von Motiven oder von Lebensstilorientierungen gesteuert erklärt würde. Ein Begriff von Mobilität, der die nun beschriebene soziale Dimension aufnimmt ohne in eine neue "Raumblindheit" zurückzufallen, muß mehrere Dimensionen zugleich entfalten.

Und das ist die Antwort auf die dritte Frage, die uns gestellt worden ist: Was ist Verkehr?

Unsere Antwort ist ein dreidimensionaler Mobilitätsbegriff, den wir in dem BMBF-Projekt "Stadtverträgliche Mobilität" entwickelt haben.

Mobilität ist aus dieser Perspektive - erstens - Beweglichkeit von Personen und Dingen im physikalischen Raum. Zweitens bedeutet sie sozial-räumliche Erreichbarkeit von Angeboten und Gelegenheiten der Bedürfnisbefriedigung (hierin ist die ökonomische Dimension der Allokation enthalten). Drittens beinhaltet sie soziale Mobilität, die sich auf die Positionierung im "sozialen Raum" der Lebensstile und "feinen Unterschiede" bezieht.

**Literatur:**

**BOURDIEU, PIERRE (1982):** Die feinen Unterschiede. Frankfurt am Main

**GÖTZ, KONRAD/THOMAS JAHN/IRMGARD SCHULTZ (1997):** Mobilitätsstile  
- ein sozial-ökologischer Untersuchungsansatz. Forschungsberichte  
"Stadtverträgliche Mobilität" Band 7. Frankfurt am Main

**JAHN, THOMAS/IRMGARD SCHULTZ (1995):** Stadt, Mobilität und Lebensstile -  
ein sozial-ökologischer Forschungsansatz. In: Sahner, H./S. Schwedtner (Hg): 27.  
Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Soziologie. Opladen

**KONTIV 1989:** Emnid-Institut. Bielefeld

**KUTTER, ECKHARD (1973):** Aktionsbereiche des Stadtbewohners. Archiv für  
Kommunalwissenschaften, 12. Jg.

**SINUS (1993):** Lebensweltforschung und Soziale Milieus in West- und Ostdeutschland.  
Heidelberg

**SPIEGEL, ERIKA (1976):** Zur gegenwärtigen Situation der Verkehrssoziologie in der  
Bundesrepublik. In: Stadt, Region, Land - Schriftenreihe des Instituts für  
Stadtbauwesen der Rheinwestfälischen Technischen Hochschule, Heft 36. Aachen



**Dr.-Ing. Jürgen Braun**

*Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung, Technische Universität München*

## **Verkehrswissenschaft Bauingenieurwesen**

### **1 Womit beschäftigt sich Bauingenieurwesen?**

Verkehr ist sowohl eine Voraussetzung als auch ein wesentlicher, technisch elementarer und sozialer Bestandteil unserer heutigen Volkswirtschaft und unseres täglichen Lebens. Aufgrund seiner umfassenden Bedeutung sind zahlreiche Wissenschaften wie Geographie, Raumplanung, Ökonomie, Soziologie, Physik, Mathematik und Bauingenieurwesen an der Analyse und Planung beteiligt. Dabei hat jede dieser Wissenschaften jeweils aus ihrer speziellen Sicht und mit Hilfe der ihnen jeweils eigenen Methodik eine eigene Zugangsweise zu diesem Phänomen "Verkehr".

Da Verkehr ein so grundlegender Teil unserer beruflichen Tätigkeit und unseres Lebens ist, erscheint es wichtig, daß von allen Disziplinen - wie die vorangegangenen Beiträge gezeigt haben - in einem Überblick herausgearbeitet wird, wie Verkehr in seinen wesentlichen Strukturen und Ausprägungen gesehen wird. „Wesentliche Ausprägungen“: genau das sind die Eigenschaften, die eine MODELLvorstellung von Verkehr beinhalten muß.

Das Bauingenieurwesen und die Bauingenieure beschäftigen sich mit der *technischen*

- Planung,
- Dimensionierung,
- Konstruktion, dem
- Bau sowie
- Betrieb

von Bauwerken im

- Hochbau,

- Tiefbau und
- Verkehrswegebau.

Die Spannweite dieser Bauwerke reicht dabei von der Antike mit der Konstruktion eines Colosseums, Pont du Gard und einer Via Appia bis heute zum Bau eines Olympiastadions, eines Wasserkraftwerks und von Autobahnen. Aufgrund der bauwerksspezifisch sehr unterschiedlichen Anforderungen an die dabei beteiligten Ingenieure werden im Bauingenieurwesen dementsprechend heute typischerweise die Schwerpunkt-Ausbildungsrichtungen "Konstruktiver Ingenieurbau", "Wasserbau" und "Verkehrswesen" unterschieden.

Cerwenka [1997] definiert letzteren präziser als den "Verkehrswegebauer". In noch weitergehender Spezialisierung wird - z.B. in den angelsächsischen Ländern oder an der TU Dresden - der ausgesprochene "Verkehrsingenieur" ausgebildet. Eigentlich müsste nach dem derzeitigen technischen Entwicklungstrend neben dem Verkehrswegebauer noch weiter nach "Verkehrssystemingenieur" und "Verkehrstechnikingenieur" unterschieden werden.

## 2 Was macht den Bauingenieur aus?

Ausgangspunkt der Betrachtungen des Bauingenieurs über Verkehr ist das *Verkehrsbauwerk* und seine Zweckbestimmung. Ein Verkehrsbauwerk kann dabei beispielsweise eine einzelne Lichtsignalanlage oder auch ein gesamtes innerstädtisches ÖPNV-Netz sein. Der Aus- oder Neubau von Verkehrsbauwerken wird aus der Erkenntnis einer Diskrepanz zwischen einem vorhandenen *Ist*- und einem - technisch bedingten oder verkehrspolitisch gewollten - angestrebten *Soll*-Zustand veranlaßt.

Wie in dem allgemein bekannten Ablaufdiagramm des Planungsprozesses [FGSV 1985] dargestellt, kann eine Lösung dieser Diskrepanz nur durch iteratives, trial-and-error Erarbeiten von technisch möglichen Lösungen (hier: Verkehrsbauwerken) bestehen, deren Eignungsgrad zur Problemlösung in aller Regel erst *nach* dem Entwurf der Lösung überprüft werden kann.

Jedes Verkehrsbauwerk ist dabei von seinem räumlichen wie verkehrlichen Umfeld bzw. Anforderungen her ein Unikat. Es gibt für jedes Bauwerk zahlreiche

Ausführungsvarianten und Nuancen - ggf. die Null-Variante, nämlich am besten nichts zu tun - von denen jede ihre eigenen Vor- und Nachteile in jeweils vielerlei Hinsicht hat. Leider gibt es nie *eine* Variante, welche die *eine* optimale Lösung darstellt. Der Bauingenieur muß sich der Vor- und Nachteile der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten explizit bewußt sein, sich diesen Variationsmöglichkeiten stellen und sie im Hinblick auf den geforderte Soll-Zustand gegeneinander abwägen. Er kann nur sehr selten Optimallösungen für eine bestimmte Situation unbesehen auch auf andere Räume übertragen.

Laut Fremdwörterduden bezeichnet der auf lateinisch - französischem Wortstamm beruhende Begriff "Ingenieur" jemanden, der (technisch) erfinderisch ist, (technisch) Kunstvolles entwickelt und scharfsinnig ist. In der Praxis heißt das, daß der Bauingenieur für jede spezifische Situation jeweils eine geeignete Lösung erfinden, kreativ sein muß. Dabei ist er primär ein technischer *Pragmatiker*, der aufgrund seiner Ausbildung in ingenieurmäßigen Allgemeinwissenschaften wie Mathematik, Physik, Mechanik, Materialkunde und den bauingenieurmäßigen Spezialwissenschaften wie Grundbau, Wasserbau, Statik, Verkehrswegebau eine insgesamt brauchbare, *funktionell zweckmäßige* Lösung entwickeln muß.

Investitionen für und der Betrieb von Verkehrseinrichtungen selbst verbrauchen wirtschaftliche wie Umwelt-Ressourcen. Sämtliche Ressourcen sind in immer stärker zunehmendem Maß knapp. Bei der Planung, Dimensionierung, Konstruktion, dem Bau und Betrieb von Verkehrsbauwerken im weitesten Sinn muß daher das Bauwerk selbst, seine funktionell zweckmäßige Ausbildung, sein Betrieb und die Einbettung in das Umfeld *optimal* geplant werden.

### **3 Wie definiert der Bauingenieur Verkehr?**

"Verkehr" ist die physische Ortsveränderung von Personen (Personenverkehr) oder Sachen (Güterverkehr) . Beide Verkehrsarten haben beispielsweise technisch äußerst unterschiedliche Anforderungen an und Auswirkungen auf das Verkehrsbauwerk. Verkehr zu ermöglichen und abzuwickeln ist die Zweckbestimmung des Bauwerks. Dieses muß daher so dimensioniert sein, daß es verkehrlich funktional ist, d.h. es sind :

- *Lastannahmen* zu ermitteln: z.B. wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil, um die Trasse und den Straßenoberbau richtig zu dimensionieren; reicht aufgrund der Verkehrsmenge eine Busverbindung oder kann nur eine Straßenbahnverbindung die Verkehrsnachfrage bewältigen?

Nach dem daran anschließenden Entwurf des Verkehrsbauwerks sind z.B. aufgrund der nicht kontinuierlich anpaßbaren technischen Dimensionierung (so sind beispielsweise 2,5 Spuren bei einer Straße nicht möglich)

- *Funktionsnachweise* zu erbringen: z.B. kann überhaupt und wenn ja mit welcher Qualität die vorermittelte Verkehrsmenge abgewickelt werden? Welche Auswirkungen hat der Verkehr auf das Umfeld?

Die zielfunktionsgerechte Abwicklung des Verkehrs mit Hilfe des Verkehrsbauwerks ist dabei der zentrale Punkt der Beschäftigung des Bauingenieurs mit Verkehr.

- Andererseits ist (auch) dem Bauingenieur klar (oder es sollte ihm zumindest sein), daß "sein" Bauwerk, dessen Ausbildung und Einbettung in das Umfeld *Rückwirkungen* auf das Umfeld und auch auf die Zweckbestimmung des Bauwerkes selbst - nämlich den Verkehr und dessen Struktur - hat. Diese Rückkopplungen können ein ungewollter Effekt der gewählten Lösungsvariante oder aber auch ein gezielt genutzter Teil der Planung sein. So kann beispielsweise im Extremfall (sog. Braess'sches Paradoxon) der Ausbau, d.h. also die Verbesserung eines bestimmten Straßenabschnitts in einem Netz die Gesamtreisezeit aller Verkehrsteilnehmer erhöhen und damit verschlechtern.

In der Regel werden Lastannahmenermittlung, Lösungsentwurf, Funktionsnachweis und Rückwirkungsberücksichtigung im Sinne einer trial-and-error Vorgehensweise mehrfach zu wiederholen sein bis der angestrebte Soll-Zustand in zufriedenstellender Weise erreicht wird. Notfalls wäre der angestrebte Soll-Zustand zu verändern, wenn erkannt wird, daß dieser mit den verfügbaren Mitteln nicht erreicht werden kann.

Zur Berechnung der Lastannahmen, Funktionsnachweise und Rückwirkungen werden *Verkehrsmodelle* verwendet. Je nachdem, welcher Bereich des Verkehrsgeschehens und in welcher Weise modelliert werden muß, soll oder kann, können solche Modelle beispielsweise nach folgenden Aspekten unterschieden werden:

- nach dem speziell zu untersuchenden Verkehrsbereich in Verkehrsnachfrage-, Netzbelastungs-, Verkehrsfluß- und Auswirkungsmodelle,

- aufgrund der angewendeten Modellfeinheit der Simulation in Global-, Makro-, Meso- oder Mikromodelle,
- je nach genereller Modellstruktur nach deskriptiven Trend- oder erklärenden synthetischen Modellen.

Modelle müssen dabei nicht nur den vorhandenen, technischen und zeitlichen Ist-Zustand (Analysezustand) beschreiben können, sondern auch in gewissem Maß die unbeeinflusste zeitliche Weiterentwicklung oder die gewollte Veränderung dieses Zustands, bestenfalls sogar die Übertragung auf einen anderen Planungsraum als den der Analyse. Da die zu untersuchenden Zustände in aller Regel in der Zukunft liegen, wird auch von Prognosemodellen gesprochen.

#### **4 Systeme der Abstraktion und Modellvorstellung im Bauingenieurwesen**

Ein Modell ist nicht Selbstzweck (wie etwa ein Computerspiel) sondern dient dem Verständnis des Systems in seinen wesentlichen Komponenten für einen bestimmten Zweck mit dem Ziel der Voraussage von Systemeigenschaften unter anderen Bedingungen. So oder ähnlich wird der Modellbegriff überall definiert.

Ein Modell ist ein *vereinfachtes Abbild der Realität* in denjenigen Bereichen, die für

1. einen *bestimmten (Planungs-) Zweck* (z.B. Straße im verkehrsberuhigten Quartier, Ausbildung einer Autobahneinfahrt, Notwendigkeit dieser Autobahneinfahrt, Lage und verkehrstechnische Notwendigkeit des Autobahnstücks oder einer Bus-/Tram-/U-Bahn oder S-Bahnlinie)
2. mit denjenigen *technisch/mathematischen Mitteln* die zum jeweiligen Zeitpunkt überhaupt *verfügbar* sind (z.B. hat der Bauingenieur Konrad ZUSE den Computer (mit-) erfunden, da ihm zum damaligen Zeitpunkt die allein mögliche manuelle Lösung von Gleichungssystemen aus dem konstruktiven Bereich als zu mühsam, langweilig und fehleranfällig erschien) und

3. die für den vorgenannten Zweck *wirtschaftlich* erscheinen (Gegenüberstellung des Datenbeschaffungs-/Bearbeitungs-/Rechen-Aufwandes in Relation zur Bedeutung der Fragestellung) sowie
4. für die Abbildung der Realität durch das Modell vom Modellkonstrukteur für wesentlich *erkannt* (objektiv zutreffend) oder
5. von ihm bzw. vom Modellbenutzer für wesentlich *gehalten* (subjektiv passend) werden.

Das bedeutet, daß es nicht *ein* "richtiges" Modell geben kann, sondern es gibt je nach den vorgenannten Aspekten prinzipiell zahlreiche Modellvarianten über ein und denselben Gegenstand (hier: Verkehr / Verkehrsbauwerk), die je nach dem ihnen eigenen Modellkonzept einen mehr oder weniger umfassenden Anteil des zu modellierenden Aspekts zutreffend d.h. genügend genau darstellen.

## 5 Erarbeitung von Verkehrsmodellen im Bauingenieurwesen

Zur Erläuterung soll beispielhaft skizziert werden, wie Bauingenieure typischerweise Modelle im Verkehrswesen entwickeln.

Um die Belastung eine neu zu bauenden Straße in einem Straßennetz abzuschätzen, soll ermittelt werden, wieviel Verkehr von den vorhandenen Straßen abgezogen wird und welche Menge auf die neue Straße übergehen wird (Teilmodell Verkehrswegewahl, auch als "Verkehrsumlegung" oder "traffic assignment" bezeichnet). Aufgrund bisheriger Erkenntnisse oder Arbeitshypothesen sei bekannt, daß Verkehrsteilnehmer "möglichst kurze" Routen wählen. Allerdings ändert sich die Geschwindigkeit und damit die Fahrtdauer auf einer Straße wenn die Verkehrsmenge zunimmt. Außerdem verhalten sich Verkehrsteilnehmer nicht physikalisch exakt, sondern weichen mehr oder weniger von einem "vernünftigen", mittleren Verhalten ab (siehe z.B. [UEBERSCHAER 1969], [SCHAECHTERLE/BRAUN 1977]).

1. Zunächst werden die zu modellierenden / beschreibenden Vorgänge gemessen. Damit ergibt sich zunächst eine rein deskriptive Verhaltensbeschreibung: Bei einer bestimmten Verkehrsmenge auf einem Straßenabschnitt stellen sich typische, dabei

aber durchaus streuende Verkehrsgeschwindigkeiten ein (z.B. [SACHSE/KELLER 1992]). Bei einer Protokollierung der Routenwahl verschiedener Verkehrsteilnehmer lässt sich deren Wahl oder Ablehnung einer bestimmten Straße als Punktwolke über der für die jeweilige Route benötigten Fahrdauer auftragen. Dieses pragmatische Basieren auf einer Datenrealität ist ein wesentlicher, wenn nicht sogar der wichtigste Aspekt der Arbeitsweise insbesondere von (Bau-) Ingenieuren.

2. In weiteren Aufbereitungsschritten werden aus den gemessenen Punktwolken und Wertereihen geglättete, am besten analytische Funktionen abgeleitet, die den wesentlichen Trend des offensichtlichen Zusammenhangs beschreiben. Typischerweise werden hierfür z.B. statistische Korrelations- bzw. Regressionsrechenverfahren eingesetzt.
3. Der nächste Verallgemeinerungsschritt bedient sich häufig der Übertragung einer z.B. physikalischen Analogie auf das gemessene Teil-Geschehen: so gleicht z.B. das Kirchhoffsche Stromverteilungsmodell der Elektrizitätslehre etwa der Aufteilung von Verkehrsströmen auf parallele Routen. Die rein *deskriptive* Anwendung solcher Analogien ergibt bereits eine erste Modelldarstellung der Routenwahl von Verkehrsteilnehmern. Ein weiteres bekanntes Beispiel ist das Gravitationsmodell der Verkehrsnachfrageverteilung.
4. In einem weitergehenden Modellschritt wird versucht, die erarbeiteten Funktionsverläufe und zunächst nur deskriptiven Modellzusammenhänge zu *erklären*. So könnte beispielsweise die Geschwindigkeitsabnahme bei zunehmender Straßenauslastung mit Hilfe der Navier-Stokes'schen Reibungsgesetze begründet werden. Allerdings wird bei derartigen Problemlagen auch die Feststellung eines problem- und prozeßimmanenten Zusammenhangs genügen müssen, da diese nicht weiter erklärt werden können bzw. nur durch Mikromodelle der Interaktion zwischen Einzel-Verkehrsteilnehmern.

Die Erklärung der Abweichung der Routenwahl von einer objektiv kürzesten Route auf ähnlich günstige Routen ist dagegen durch subjektiv und / oder zufällig bedingte und damit stochastische Verhaltensweisen der Verkehrsteilnehmer z.B. mit Hilfe von LOGIT-Modellen und deren Varianten bzw. Weiterentwicklungen möglich.

5. Wenn eine *stochastische Komponente* als wesentlich modellrelevant erkannt wurde, dann kann diese explizit durch Monte-Carlo-Simulation oder durch geschlossene Wahrscheinlichkeitsansätze in der Modellkonstruktion berücksichtigt werden (z.B. [DIAL 1997]).

6. Den weitestgehenden da daten- und rechenintensivsten Schritt stellt schließlich die *Dynamisierung* des Modells dar. Hierbei wird beispielsweise versucht, die typischen zeitlichen Schwankungen der Verkehrsbedingungen und –zustände im Tagesverlauf explizit nachzubilden.
7. Die Einführung einer *Rückkopplung* vom Output bestimmter Modellschritte zu Inputbereichen könnte entweder im Sinne der bereits eingangs erläuterten Problemlösungsrückkopplung, als mechanistische Lösung der Unverträglichkeit zwischen Dateninput und Ergebnisoutput zur Erzielung eines irgendwie auch immer angenommenen Gleichgewichts oder im Sinne einer langfristig dynamischen Stadtentwicklung (z.B. Stadtentwicklungsmodelle nach Forrester, Lowry oder POLIS 1972) gesehen werden. Es ist offensichtlich, daß derartige Modellaspekte in höchsten Maße problematisch sind.

## 6 Der zentrale Begriff der Abstraktion im Bauingenieur-Verkehrswesen

Als wichtiger Ausgangspunkt und Basis der Modellarbeiten von Bauingenieur-Verkehrsplanern ist das unbedingte Ausgehen von *gemessenen Zuständen* zu sehen. Verkehr ist in seinen vielfältigen Varianten und inneren wie äußeren Zusammenhängen derart komplex, daß es – insbesondere auch bei der Begreifbarmachung gegenüber entscheidenden Institutionen – immer praktikabel ist, auf einer realen, jederzeit vor Ort nachprüfaren Datenbasis aufzubauen, die häufig auch den Beteiligten aus ihrer Erfahrung bekannt ist. Erklärungs- und Interpretationsversuche durch komplizierte Analogiemodelle stoßen dagegen insbesondere immer dann auf Widerspruch, wenn die Modellergebnisse nicht den erwarteten Resultaten entsprechen.

Daseinsgrundfunktionen wie Wohnen, Arbeiten, Ausbildung, Einkauf, Erledigung, Erholung usw. werden aufgrund unterschiedlicher dafür geeigneter Aktivitätsmöglichkeiten an räumlich dispersen Orten ausgeübt.

Zur Erreichung dieser Orte ist Raumüberwindung = Verkehr notwendig. Verkehr ist also in der Regel *Zweckmobilität* und keine eigenständige Aktivität (Ausnahme: *Erlebnismobilität*). Ortsveränderungen sind allenfalls ein notwendiges Übel um von einem Aktivitätsort zum anderen zu kommen: Es macht wenig Spaß, in einem vollen



Bus zu stehen oder sich schrittweise mit seinem Pkw durch den Stau zu kämpfen. Man ist bestrebt, diese unangenehme und für das Individuum wie für die Volkswirtschaft nutzlos teure Raumüberwindungsaktion so kurz, so schnell und so preiswert wie nur möglich zu gestalten.

Es wird eine systeminterne, innere Optimierung des Verkehrs durch sich und in sich selbst unterstellt. Dieser implizite, aber offensichtlich rational-vernünftige Optimierungsgedanke ist damit die zentrale Kernhypothese der allermeisten Modellvorstellungen (Man denke z.B. bei der Routenwahl an die Benutzung "möglichst kurzer" Wege).

Dabei sollte berücksichtigt werden, daß aufgrund der Komplexität des Phänomens Verkehr und aller seiner Einflußgrößen eine globale Optimierung nicht aus dem Verkehr selbst heraus möglich sein kann, sondern daß vielmehr immer nur Lokaloptima angestrebt werden können. So wird es beispielsweise als subjektive Lokal-Optimierung zu interpretieren sein, wenn Verkehrsteilnehmer aufgrund ihrer nur beschränkten Teilkenntnisse über den Gesamtzustand des System entscheiden, aber in diesem ihrem eigenen Kontext objektiv optimieren (oder zumindest zu optimieren glauben).

Lediglich Verkehrsmodelle oder bewußt übergeordnete Steuerungsmechanismen des Verkehrs haben die Gesamtkennntnis über das von ihnen beschriebene und betriebene System und können daher global objektiv optimieren. Voraussetzung ist dabei natürlich das Vorhandensein eines optimierbaren Systemwirkungsmechanismus und die Kenntnis oder Definition einer darauf wirkenden Zielfunktion, die optimiert werden soll.

## **7 Kritische Stellungnahme**

Bei einer kritischen Betrachtung der derzeitigen Entwicklungen im Verkehrsmodellwesen und seiner Anwendung sind zwei Extrempositionen zu erkennen:

- zu theorielastige Entwicklungen einerseits und
- zu pragmatisch orientierte Betrachtungsweisen andererseits.

Im Bereich der theorielastigen Entwicklungen werden typischerweise mathematische Modelle mit dem strengen Ziel einer möglichst weitgehenden mathematischen inneren Konsistenz und Konvergenz entwickelt.

So wird z.B. bei der Routenwahl davon ausgegangen, daß ein Umlegungsmodell nur dann "gut" ist, wenn die Forderung der Gleichgewichtskonvergenz möglichst exakt und mit hoher Konvergenzgeschwindigkeit im Sinne der bereits seit langem bekannten Wardrop'schen These erfüllt werden kann [WARDROP 1952]. Hierunter ist i.w. zu verstehen, daß sich alle Verkehrsbeziehungen einer Verkehrsnachfragematrix derart auf die jeweils zwischen den Verkehrszellen möglichen Routen aufteilen, daß unter Berücksichtigung des Auslastungs-Geschwindigkeits-Zusammenhangs eines Straßenabschnitts eine globale Optimierung in dem Sinn einstellt, daß kein Verkehrsteilnehmer durch den Wechsel auf eine andere Route seine persönliche Fahrdauer noch weiter minimieren kann.

Im Großen und Ganzen sind sicherlich Optimierungstendenzen in dieser Richtung zu beobachten und in eng begrenzten lokalen Situationen mag das sogar relativ gut zutreffen. In voller Schärfe der Formulierung wird jedoch hier dem Verkehrsteilnehmer ein Maß an globaler Optimierungsfähigkeit unterstellt, das er aufgrund seiner nur beschränkten Netz- und Verkehrszustandskenntnisse nur in ganz wenigen Teilbereichen erzielen kann. Beispielsweise hat [REICHENBACH 1979] in einer der wenigen Untersuchungen zum Wegewahlverhalten der Verkehrsteilnehmer und deren kognitiven Netzkenntnissen gezeigt, daß nicht einmal "professionelle" Verkehrsteilnehmer wie Taxifahrer in der Lage sind global und operativ (d.h. während der Ortsveränderung) zu optimieren, da sie weder eine strukturelle Gesamtkennntnis des Verkehrssystems haben noch zu jedem Zeitpunkt dessen vollständigen Zustand kennen können.

Außerdem wird dabei häufig übersehen, daß die der Routenwahl zugrundegelegte Verkehrsnachfragematrix aufgrund verschiedenster Aspekte im mathematischen Sinn nicht exakt sein kann, sondern nur ein einmal erhobener oder berechneter (sic!) mittlerer Zustand z.B. eines "Normalwerktages" ist. Es ist daher zu fragen, ob unter solchen Randbedingungen eine mathematisch exakte oder zumindest sehr anspruchsvolle Modellformulierung sowohl vom Problem her als auch von Rechenaufwand her angemessen ist.

Die Überzeugung bezüglich der Modellvalidität geht teilweise so weit, daß man es nicht mehr für notwendig hält, auf aktuell erhobenem Datenmaterial aufzubauen, sondern versucht, ohne Zählungen Verkehrsprognosen zu erstellen. Eine (scherzhafte, aber nichtsdestoweniger bezeichnende) Formulierung geht davon aus, daß ggf. nicht die Prognosen und Verkehrsmodelle falsch sind, sondern daß sich die Verkehrsteilnehmer

nicht „richtig“ (im Sinne der Modelle) verhalten. Hier könnte allerdings (siehe Schlußbemerkung) die Telematik Abhilfe schaffen.

Im Gegensatz dazu stehen die reinen Pragmatiker, die aufgrund der Komplexität der mathematischen Modelle und der Tatsache, daß es fraglich ist, ob Verkehrsteilnehmer überhaupt und wenn ja mit welchen stochastischen Abweichungen dem mathematischen Modell folgen, die extrem vereinfachte, deskriptive Verkehrsbetrachtung pflegen. Als typisches Beispiel könnte hier etwa beispielsweise eine Verkehrsbelastungsprognose eines Straßenabschnitts durch Extrapolation der Querschnittsbelastungen entsprechend der "Entwicklung der Zunahmefaktoren der gesamten Jahresfahrleistung der Kfz" [FGSV 1982 bzw. 1996] genannt werden.

Beide extreme Vorgehensweisen werden einerseits weder der Variabilität und Stochastik des Verkehrs und andererseits nicht den komplexen verkehrsbestimmenden Einflußgrößen gerecht; in der Modellbildung und –anwendung sollte stets versucht werden, einen gesunden Mittelweg zu finden.

## 8 Weiterentwicklung und Ausblick

Die derzeitig erkennbaren Entwicklungstendenzen im Verkehrsmodellbereich können wie folgt skizziert werden:

- Es stehen in zunehmendem Maße immer weniger *aktuelle* Daten und eine immer dünner werdenden Datenbasis aus Befragungen zur Verfügung, da umfangreiche Datenerhebungen aus finanziellen Gründen schwieriger und aufgrund der Einstellung der Allgemeinheit auch politisch immer weniger machbar werden.

Dies gilt insbesondere für breitgefächerte Datenerhebungen (nicht so sehr Mikrostichproben), aus denen Herkunfts- / Ziel - Verkehrsbeziehungsmatrizen gewonnen werden können. Ersatzweise wird daher z.B. versucht, diese indirekt durch sog. O-D-Schätzverfahren mit Hilfe aktueller Querschnittszählungen aus alten, noch vorhandenen Datenquellen zu aktualisieren (vgl. z.B. [FGSV 1995]).

Andererseits ist - wie bereits erläutert - gerade die Verfügbarkeit von und der Aufbau

auf aktuell erhobenen Daten eine wesentliche Grundlage für fundierte Verkehrsplanungen.

- Gleichzeitig werden Raumordnung, Flächennutzung und Verkehr immer weniger durch das präferentielle Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage im weitesten Sinn bestimmt: Die Randbedingungen von Flächenverfügbarkeit, wirtschaftlichen Zwängen, politischen Spielräumen, Lebenshaltungen sind derart eng geworden, daß *freie* Entscheidungen der Verkehrsteilnehmer (z.B. in der Arbeitsplatz- und Wohnstandortwahl) kaum noch gegeben sind und daß damit z.B. Gravitations-Nachfragemodelle vom Konzept her immer weniger greifen. Die Verkehrsteilnehmer können die strukturellen Grundlagen der räumlichen Verteilung nicht mehr optimieren. Die provokative Frage, ob sie das im Sinne der Verkehrsmodelle je konnten, sei dahingestellt.

Da andererseits die diesbezügliche Datenbasis immer dünner wird, klafft die Schere zwischen Datenerfordernis und Datenverfügbarkeit immer weiter auseinander.

- Dennoch sind auch im Bereich der *Theorie* gewisse Weiterentwicklungen zu erkennen:

Zum einen führt die EDV-technische Weiterentwicklung im PC-Sektor dazu, daß mathematische Verfahren, die früher aufgrund des Rechenaufwandes oder der Speicheranforderungen nicht oder nur selten eingesetzt werden konnten, nunmehr für eine vergleichsweise durchaus sehr breite Schicht von Forschern und Anwendern nahezu standardmäßig und unmittelbar am Arbeitsplatz verfügbar sind. Andererseits wächst aufgrund dieser allgemein bekannten Entwicklung die Erwartungshaltung der Allgemeinheit in Modelle und Prognosen, die z.B. aufgrund von teilweise exponential wachsenden Ressourcenansprüchen bestimmter mathematischer Verfahren immer noch nicht erfüllt werden kann.

Hier könnten jedoch beispielsweise Sensitivitätsanalysen etwa mit Hilfe von vielfacher Durchrechnung von Verkehrsmodellen einen wesentlich verbesserten Einblick in das Verkehrssystemverhalten bezüglich Systemträchtigkeit, -instabilität, -variabilität, -stochastik und -dynamik bringen.

Die ursprünglichen Verkehrsmodellentwicklungen beruhten weitgehend auf dem deterministischen Prinzip im Sinne des LaPlace'schen Dämons: Wenn der Zustand eines Systems zu einem beliebigen Zeitpunkt und sämtliche Systemwirkungszusammenhänge als Funktionalgleichungen bekannt sind, dann kann der Zustand des Systems zu jedem beliebigen anderen Zeitpunkt berechnet werden. Abgesehen von der Unmöglichkeit der Kenntnis sämtlicher

Systemwirkungszusammenhänge im Gesamtsystem Verkehr wird auch in diesem Forschungsbereich allmählich erkannt, daß die Wirkungen im System Verkehr durchaus nicht (immer) determiniert sind. Hier könnten Erkenntnisse aus dem Bereich der nichtlinearen Systeme ("Chaostheorie") neue Impulse für die Verkehrsmodellforschung und -entwicklung bringen.

- Die *Technikentwicklung* der letzten Zeit ermöglicht aber auch Handhabungsverbesserungen im Einsatz von konventionellen Verkehrsmodellen und Verkehrsstrategien:

Zum einen ermöglicht die allgemeine Verfügbarkeit von grafikfähigen PC die ansprechendere und umfassendere graphische Aufbereitung von Berechnungs-, Zwischen- und Endergebnissen: Daten können sowohl für den Fachmann als auch für Außenstehende anschaulich so aufbereitet werden, daß sie verständlicher oder aussagekräftiger werden. Allerdings darf keinesfalls vergessen werden, daß nur graphisch aufbereitete Daten deshalb keineswegs "bessere" Daten sind: Lediglich die Verpackung ist anders, der Inhalt ist wie früher der gleiche.

Gleichzeitig ermöglicht die Verfügbarkeit schneller Arbeitsplatzrechner eine gewisse Interaktivität zwischen Planer und Verkehrsmodell: Der Planer kann seine Lösungsvorschläge und Verkehrsbauwerke umgehend überprüfen. Allerdings sollte sich der Planer dabei sowohl der Möglichkeiten als auch der Unzulänglichkeiten seines Modellinstrumentariums ausdrücklich bewußt sein. In diesem Bereich ist nach Wissen des Autors noch ein erhebliches Entwicklungspotential ausschöpfbar, da im Gegensatz zu früher z.Zt. zuviel auf Technik und "brute force" der Rechengeschwindigkeit und zuwenig auf intelligente Algorithmik gesetzt wird.

Wesentliche und vom strategischen Ansatz her völlig neue Möglichkeiten sind zum anderen darin zu sehen, daß die Möglichkeiten der modernen, mobilen Kommunikations- und EDV-Technik es nunmehr gestatten, *Telematik* umfassend und gezielt im Gesamtsystem Verkehr einzusetzen. Es wurde bereits erläutert, daß die bisher eventuell vorhandene oder in den Verkehrsmodellen nur angenommene systemimmanente innere Optimierung der Hilfsaktivität Verkehr zumindest nicht mehr in dem Maße vorhanden sein dürfte, wie das früher der Fall gewesen sein mag.

Hier kann mit Hilfe der Telematik eine externe Optimierung des Verkehrs erfolgen, indem diese von außen aufgeprägt wird: On-line Informationssysteme über tatsächlich aktuelle Optimalrouten, verfügbare Parkplätze, alternative Fahrtmöglichkeiten im ÖPNV, Beschleunigung des ÖPNV, usw. können dabei zunächst den operativen Teil des Verkehrs verbessern. Über die bessere Nutzung und den verbesserten Verkehrsablauf könnte damit aber auch im Laufe eines Lern- und

Erziehungsprozeß der Verkehrsteilnehmer eine gewisse Wirkung auf die verlorengegangene, strukturelle Optimierung von Standortwahl und Aktivitätsorten erreicht werden. Wichtig ist dabei, daß übergeordnete Konzepte und Strategien zur Optimierung im Sinne des WARDOP'schen Benutzer- bzw. Systemoptimums vorliegen.

### **Literaturhinweise:**

**BATTELLE-Institut:** POLIS Benutzerhandbuch. Frankfurt 1992.

**Peter CERWENKA:** Verkehrssystemplanung zwischen allen Fronten und Stühlen. In: Der Nahverkehr 11/1997

**Robert DIAL:** Bicriterion traffic assignment: efficient algorithms plus examples. Transportation Research Part B, Vol. 31, No. 5 / 1997

**FGSV, Arbeitsgruppe Verkehrsplanung (Hrsg.):** Leitfaden für Verkehrsplanungen. Köln 1995.

**FGSV, Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit (Hrsg.):** Hinweise zur Schätzung von Verkehrsbeziehungen mit Hilfe von Querschnittszählungen. Köln 1995.

**FGSV, Arbeitsgruppe Straßenentwurf (Hrsg.):** Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS. Teil: Querschnitte RAS-Q. Köln 1982 bzw. 1996.

**Ernst REICHENBACH:** Wegewahl als kognitiver Prozeß. Schriftenreihe des Instituts für Städtebau und Landesplanung der Universität Karlsruhe, Heft 12. Karlsruhe 1979.

**Thomas SACHSE; Hartmut Keller:** Einfluß des Bezugsintervalls in Fundamentaldiagrammen auf die zutreffende Beschreibung der Leistungsfähigkeit von Straßenabschnitten. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 614, Bonn-Bad Godesberg 1992

**Karlheinz SCHAECHTERLE; Jürgen BRAUN:** Vergleichende Untersuchung vorhandener Verfahren für Verkehrsumlegungen unter Verwendung elektronischer Rechenanlagen. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 222, Bonn-Bad Godesberg 1977

**Manfred UEBERSCHAER:** Die Aufteilung der Verkehrsströme auf verschiedene Fahrtwege (Routen) in Stadtstraßennetzen aufgrund der Straßen- und Verkehrsbedingungen beim morgendlichen Berufsverkehr. . Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 85, Bonn-Bad Godesberg 1969

**J. WARDROP:** Some theoretical aspects of road traffic research. Proceedings of the Institute of Civil Engineering 1 (1952), London, S. 325 - 378

**Prof. Dr. Ulrich Eisel**

*Institut für Management in der Umweltplanung der TU Berlin*

## **Über Formen der Interdisziplinarität und Formen des Lebens**

### **Das Beispiel Landschafts- und Umweltplanung**

Der Studiengang Landschaftsplanung an der Technischen Universität Berlin ist ein interdisziplinäres Fach, das insgesamt ca. 25 Fachgebiete aus den folgenden vier Haupttraditionslinien des Faches vereinigt: Landschaftsarchitektur, bio- und geoökologische Wissenschaften, Landschaftsbau und Sozial- und Wirtschaftswissenschaften. Einige Beispiele für solche Einzelfachgebiete sind: Botanik, Ökotoxikologie, Limnologie, Visuelle Kommunikation, Bauplanung, Sozialökonomie im Landschaftsbau, Vergleichende Landschaftsökonomie, Sozialwissenschaftliche Humanökologie, Freiraumentwicklung, Ingenieurbiologie, Regionale Naherholung und Tourismus.

Aus diesem Erfahrungsbereich werde ich im folgenden berichten. Mein Anliegen ist nicht, ein weiteres Mal die Notwendigkeit und den Nutzen von Interdisziplinarität zu beschwören. Solches Gerede gibt es schon genug. Statt dessen bin ich bestrebt, "reinen Wein einzuschenken". Zu diesem Zweck ist es ratsam, zunächst Unterscheidungen zu treffen, denn der Begriff der Interdisziplinarität ist überfrachtet mit Bedeutungen und Erwartungen, die sich z. T. ausschließen. Es wird deshalb viel aneinander vorbeigeredet.

Diese Darstellung verschiedener Bedeutungen (und praktischer Handhabungen) von Interdisziplinarität ist ein überarbeiteter und um einen Aspekt ergänzter Ausschnitt aus einem längeren, bereits publizierten Text, in dem die Erfahrungen mit den aus der Mehrschichtigkeit des Begriffs folgenden Problemen in der Landschaftsplanung diskutiert werden (Eisel 1992).



## 1 Pragmatische Interdisziplinarität: Arbeitsteilung am empirischen Objekt

Der Studiengang Landschaftsplanung trainierte seine Studenten in interdisziplinären Studienprojekten, die ein Jahr dauern und in der Regel von mindestens drei Betreuern aus den differierenden Traditionen des Fachs betreut wurden<sup>29</sup>. Diese Projekte sollen einen realistischen Planungsfall in einer Region bzw. an einem Gestaltungsobjekt durchspielen; es wird Praxis so genau wie möglich zu simulieren versucht. "Studienprojekt" ist - auf der Ebene der Lehre - insofern fast synonym mit "Interdisziplinarität", als diese differenziert betreute, an komplexen Praxisfällen orientierte Lehrveranstaltungsform bewußt wegen der Interdisziplinarität des bearbeiteten *Problems* den konventionellen Lehrformen entgegenstellt wird.

Das ist die Ausgangslage, die Interdisziplinarität erstens erfordert und zweitens relativ leicht macht. Interdisziplinär heißt hierbei: den Gegenstand zunächst diffus bestimmen, heterogene Daten sammeln und sortieren, die Relevanz der Aspekte, denen die Daten zugeordnet werden, bestimmen, den Gegenstand damit definieren, Entscheidbarkeit durch Hierarchien der Aspekte herstellen und konstruktive Lösungen erarbeiten.

Das Realitätsprinzip der Praxis, d. h. die Philosophie der Machbarkeit, gibt hier die Handlungsweise vor; ich nenne diese Art der Interdisziplinarität daher die "pragmatische Interdisziplinarität". Sie folgt aus dem Wesen des Gegenstands, erstens ein komplexes Problem, zweitens ein praktisches Problem und drittens ein regional definierter Fall zu sein. Der letztgenannte Aspekt integriert die anderen: *Weil* der Gegenstand aus einem räumlichen Objekt besteht, das ja unter systematischer Perspektive mehrdimensional ist, können sich alle Einzeldisziplinen an ihm mit ihrem systematischen Wissen abarbeiten. Die konkrete Arbeitsweise der Einzeldisziplinen umfaßt dann die Sammlung von Daten zum Objekt sowie - gefiltert und sortiert durch die jeweilige Problemwahrnehmung - deren Verbindung. Hierauf folgt der Entwurf von Lösungen im Sinne einer verändert konstruierten räumlichen Realität. Jede der Lösungen ist so gut wie die Bestandsaufnahme der Daten und die Ausgewogenheit der Relevanzbestimmung der einzelnen Aspekte für das Planungsziel. Das Problem der Interdisziplinarität wird hier gewissermaßen "*empirisch*" gelöst, indem es einfach nur als empirisches aufgefaßt wird, nämlich von der Mehrschichtigkeit und Datenvielfalt des räumlich-lebensweltlichen Einzelfalles her. Die hinreichende Beschreibung eines Einzelfalles als solchen ist bereits auch die Problemformulierung. Probleme mit der Interdisziplinarität können gar nicht auftreten, denn sie besteht in der geeigneten Aggregation von sortierten Daten; die Spezialisten dürfen Spezialisten bleiben. Erlern

---

<sup>29</sup> Seit 1997 ist eine Studienordnung in Kraft, die den Zwang zur Interdisziplinarität abschwächt. Vergleichbare Projektstrukturen sind aber auch in Zukunft möglich.

werden variierende Techniken zur Datenbeschaffung (von Bodenproben bis Intensivinterviews); Kommunikation entsteht bei der gegenstandsbezogenen Zusammensetzung der heterogenen Daten zu einem (meist kartographischen) "Plan". Es wird also "empirisch" am Objekt kommuniziert. Wenn die Lösung *schlecht* ausfällt, enthält sie *empirische* Mängel, nicht solche der interdisziplinären Organisation. Letztere würden als Unausgewogenheit oder Ungenauigkeit in der *Sache* thematisiert werden.

Nur an zwei Stellen wird diese pragmatische Interdisziplinarität von innen heraus irritiert.

## **2 Folgeprobleme der pragmatischen Interdisziplinarität: Dilettantismus und theoretische Inkommensurabilität**

1. Die Professionalisierung der Datenbeschaffung wirft folgendes Problem auf: Wie weit darf/muß die "klassische" professionelle Ausbildung eines *interdisziplinär* ausgebildeten Fachmannes im einzelnen gehen? Mikroklimatologie oder die Organisation von Bürgerinitiativen erfordern *echte* Professionalisierungen; aber für alle möglicherweise relevanten Bereiche (vgl. die 25 Grundlagenfächer) kann sie nicht erworben werden. Der Ausweg lautet: soviel von jedem, daß einiges ziemlich gut beherrscht wird (was immer das heißen mag) und über alles ein guter Überblick besteht (was immer dies nun heißen mag), damit in der Berufspraxis eine Mischfunktion eingenommen werden kann. Der Landschaftsplaner soll eigene wissenschaftliche Forschung im Bereich der Bestandsaufnahmen evtl. durchaus machen, aber vorrangig herangezogene Experten koordinieren.

Hier schlägt das Wesen des ursprünglich Handwerklichen durch, nämlich das Realitätsprinzip einer Berufspraxis, und wird normativ für die Wissenschaft verordnet; damit wird der Organisation des Faches als einer akademischen Disziplin eine große Bürde auferlegt. Für die *Praxis* eines Planungsfaches ist dies ein realistisches Konzept; für die universitäre Ausbildung folgt daraus ein endloser Grabenkampf zwischen den berufsbezogenen "Praktikern" und den "Wissenschaftlern" des Studiengangs. Denn die als Zauberlehrlinge angesehenen Einzelwissenschaftler können das Ausmaß an Dilettantismus strukturell nicht verkraften, das für die Interdisziplinarität, die sie durchaus selbst *wollen*, konstitutiv ist.

In der Forschung führt die normative Zurückweisung des Dilettantismus durch die Wissenschaft naturwüchsig zur permanenten Spezialisierung und Ausdifferenzierung in den natur- und sozialwissenschaftlichen Bereichen - sehr zum Leidwesen derer, die es auf der einen Ebene nicht wollen, aber auf der anderen Ebene dennoch tun. Der Druck der Verwissenschaftlichung ist hier stärker als jede anders gerichtete Intention der Beteiligten.

Die naturwissenschaftlichen Fachgebiete produzieren für sich damit zwar den genannten Widerspruch, permanent ihrer eigenen interdisziplinären Intention zuwider zu handeln, aber sie haben immerhin die normalen Reputationserfolge; die künstlerischen und geisteswissenschaftlichen Fächer leiden laut oder leise vor sich hin. Am besten kommen die hemdsärmeligen Praktiker der räumlich orientierten nicht-künstlerischen, sondern sog. wissenschaftlichen Einzelplanung klar: Sie nennen sich "wissenschaftlich" und "rational" fürs Image, aber verzichten auf irgendeine wissenschaftliche Vertiefung zugunsten der Praxistauglichkeit. Die Vertreter dieser Haltung beherrschen zwar "von Hause aus" fast immer eine wissenschaftliche Einzeldisziplin, aus der heraus sie auf die interdisziplinäre Planung umgestiegen sind; daher haben sie die Erfahrung, daß ihr Modell funktioniert. Daß sie diesen Weg den Studenten vorenthalten, wenn sie ihnen eine solche identitätsbildende Vertiefung verweigern, entgeht ihnen.

In der Lehre führt der Dilettantismus zu gähnender Langeweile bei den Lehrenden und zu einer Mischung aus Minderwertigkeitskomplexen und Dauerüberforderung bei den Studenten dann, wenn diese Problemstruktur des interdisziplinären Faches nicht diskutiert wird. Für die Studenten wäre eine Erklärung notwendig, die den Rahmen des Anspruchsdilemmas zwischen Spezialisierung und Interdisziplinarität als doppelten Sinnbezug des Faches deutlich macht: den Bezug zur Notwendigkeit und Faktizität interdisziplinärer Fächer und ihrer Entwicklungsgeschichte und den Bezug zur Logik disziplinärer Entwicklung, deren Mängel ja erst die Interdisziplinarität zum Programm haben werden lassen. Das Dilemma ist nämlich nicht auszuräumen; doch es ist (beispielsweise unter Zuhilfenahme der Finalisierungstheorie<sup>30</sup>) verständlich zu machen. Dieses Verständnis transformiert die als persönliches Dilemma erfahrene strukturelle Spannung in eine andere Sachstruktur, die sie emotional erträglicher macht, weil sich Bezugsebenen auftun, zu denen man sich verhalten kann. Der Student kann dann beispielsweise die Entscheidung treffen, wieviel Zugeständnisse zu den jeweiligen Realitätsaspekten er machen will (d. h. welchem Trend der Realität er sich anschließen will, obwohl er weiß, daß er gegen Windmühlen kämpfen wird, wenn er nur einen der beiden Aspekte wahrhaben will), anstatt das Gefühl zu entwickeln, daß an seiner Berufsausbildung etwas schlecht verläuft, wenn es ihm als Person nicht gelingt, alle Spezialdisziplinen perfekt zu erlernen *und* sich gleichzeitig dem Sog der Enge dieser

---

<sup>30</sup> Vgl. Böhme, van den Daele, Krohn 1974.

Disziplinen zu verweigern. Er kann dann seine "Defizite", zu denen er in jedem Falle verdammt ist, *bewußt und entschieden* selbst als Schwerpunktbildung und "Haltung" statt als Mangel produzieren. An dieser Stelle kann und muß also etwas über die umgebende Welt gelernt werden, über die wissenschaftstheoretischen, wissenschaftspolitischen und sozialen Bezüge der sachlichen Arbeit, nicht etwas über das Objekt des Studienprojekts - und dies relativ professionell. Das scheitert in der Regel daran, daß die Lehrenden darüber selbst nichts wissen, denn sie sind Experten für Datenbeschaffung. Jeder von ihnen legt den größten Nachdruck auf *seine* Techniken der Datenerhebung und -analyse, weil er die "Dilettantismusgrenze" in seinem eigenen Fach am weitesten zugunsten der Professionalisierung zu verschieben trachtet. (Hier wird die Projektarbeit zum "Betreuerclinch" und der Druck auf die Studierenden enorm.)

**Zugleich** ergibt sich im Verhältnis von Naturwissenschaftlern und Nicht-Naturwissenschaftlern geradezu eine *Umkehrung* in der Einschätzung des Werts von Spezialwissen und disziplinärer Autonomie - jenen hohen Werten der Naturwissenschaftler: Im Rahmen des naturwissenschaftlichen Paradigmas gelten gesellschaftswissenschaftliche und künstlerische (also im weitesten Sinne hermeneutische) Datenerhebungen eher als dilettantisch. Daraus wird der Schluß gezogen, daß man sie als Gegenstandsbereich vernachlässigen kann oder als Naturwissenschaftler "mit links" nebenbei erledigt. (Auch hier wird die Projektarbeit zum "Betreuerclinch", und die Studierenden werden in "Fraktionen" gespalten, die Probleme auszukämpfen beginnen, die sie nicht verschulden und verstehen.)

In diesen beiden Fällen schlägt nun nicht das handwerkliche Paradigma, sondern der Monismus der Erfahrungswissenschaftler durch. Die salomonische Auflage, die der *Wissenschaftsorganisation* in einem Sowohl-Als-auch die "*handwerkliche Lösung*" (nämlich Spezialwissen *und* Überblickswissen als "Können" am Fallbeispiel) im ungeeigneten (universitären) Bezugsrahmen vorschreibt, wird in diesem Rahmen der Wissenschaft quasi paradox operationalisiert: *erfahrungswissenschaftlich*. Das führt zur Abwertung des Spezialwissens von Gesellschaftswissenschaftlern und Künstlern.

Deutlich kann also dieses Dilemma einer "doppelten Moral" sowie einer paradoxen Anforderung (Spezialwissen und auch keine "unnötige" Spezialisierung) nur werden, indem die konkrete Ebene der Projektarbeit als räumlicher Gegenstandsbezug verlassen wird, um mittels "abstrakter" Reflexionen und Wissenschaftstheorien die falsche Art der Betroffenheit der Studierenden ("Was mache ich in meiner Berufsausbildung falsch?") aufzulösen. Diese Konkretisierung kann nicht in einer "Grundlagenvorlesung" vorweg allgemein verabreicht werden; sie muß aus gegebenem Anlaß im Einzelfalle erfolgen, denn die Studenten müssen erst die einschlägigen Erfahrungen mit den Widersprüchen des Faches gemacht haben. Daher muß ein Studienprojekt Zeiträume und emotionalen Raum dafür enthalten.

2. Das Dilettantismus-Spezialisierungs-Problem berührt sich mit einer anderen Unstimmigkeit der pragmatischen Interdisziplinarität. Bei der Festlegung der Reichweite der disziplinären Datenbeschaffung werden Relevanzprobleme angesprochen. Das empirische Objekt wird als beispielhafter Fall eines generellen Problems bewertet. Damit zerfällt das, was als räumlicher Einzelfall empirisch zusammengehört, in mehrere Gegenstandsaspekte, denn die "Seiten" des Problems müssen dann als Gegenstandsdimensionen des Objekts benannt werden. Was unter Planungsgesichtspunkten eine empirische Einheit, ein "Fall", ist, stellt sich als theoretisch heterogen heraus.

### **3 Euphorische Interdisziplinarität: die Einheit der Welt**

Dieser Zerfall des Objekts hat zwei Seiten: Einerseits bezieht er sich auf Theorien, andererseits auf Paradigmen. Beides verweist auf einen weiteren Typ von Interdisziplinarität, den ich "euphorische Interdisziplinarität" nennen möchte. Damit soll - zunächst im weitesten Sinne - der Versuch bezeichnet sein, nicht die Einheit heterogener Aspekte von der komplexen Einheitlichkeit räumlicher Einzelfälle her empirisch zu erfassen, also von der trivialen Einheit dessen, was "der Fall ist", wenn ein empirisches Ereignis aus der Lebenswelt zum Gegenstand gemacht wird, sondern sie von einem *allgemein* zu bestimmenden *Prinzip* her zu definieren. Das kann sehr verschieden aussehen; die "Ganzheitlichkeit" oder auch "Vernetzung" der Welt, die Einheit von Leib und Geist, die Einheit der Wissenschaften oder auch nur die Notwendigkeit politisch angemessener Lösungen für die Umweltkrise und vieles mehr können für die Einheit verantwortlich gemacht werden.

Daß die pragmatische Interdisziplinarität fast immer *auch* euphorisch begründet wird, ist klar. Aber es ist einer der Gründe für den häufigen Kommunikationsverlust, daß in jedem Konflikt die völlig unterschiedlichen Zugänge zum Phänomen der Interdisziplinarität munter vermischt werden, so daß keine der Diskussionen Klarheit erbringt. Ich trenne daher diese Typen, weil sie *argumentativ* unterschieden werden müssen, obwohl (und weil) sie in den Studienprojekten immer alle zugleich auftreten. Sobald die euphorische Interdisziplinarität geltend gemacht wird, hätten es die Befürworter - ihrem eigenen Selbstverständnis zufolge - eigentlich mit einer Art von "Übersetzungsarbeiten" zu tun, denn in diesem Falle müßten aus Gründen der Rettung des ganzheitlichen Wesens der Welt fundamentale funktionale Trennungen von

Praxisbereichen theoretisch überbrückt werden. Man müßte zwischen Theorien und auch Handlungsweisen verschiedenartiger Paradigmen - z. B. der verstehenden Soziologie, der empirischen Naturwissenschaft und dem architektonischen Entwerfen - kontrolliert wechseln können. In der pragmatischen Sichtweise tauchen solche Übersetzungsnotwendigkeiten nur am Rande auf, nämlich bei den Relevanzbestimmungen der Problem-/Gegenstandsaspekte; denn im pragmatischen Rahmen wird Interdisziplinarität nicht als theoretisches Problem, sondern eher als Arbeitsteilung bei der Datenbeschaffung begriffen. Daher kann das Problem der Übersetzung von Theorien in ganz anderen Theorien nicht auftreten. Sobald es sich aber auch hier *aufdrängt*, weil es unter den genannten Voraussetzungen der Relevanzbestimmung von Aspekten des Objekts als eines Problemfalles gar nicht zu vermeiden ist, muß die "pragmatische" Ebene verlassen werden.

#### 4 Einheit als Differenz

Ein Grundproblem, das sich nun auftut, ist die Ideologie der Interdisziplinarität selbst. Denn an der Stelle, an der die Übersetzungsarbeit einsetzen müßte, setzt die Suche nach der Einheit ein. Interdisziplinarität wird - von ihrem Entstehungskontext in temporären Forschungsprojekten her verständlich - begriffen als koordinierte *Integration* von Wissensbeständen.

Dieses vernünftige Modell der Integration des Wissens "pragmatisch" kooperierender Einzeldisziplinen, die im Gegensatz zu Studenten in Studienprojekten ihr disziplinäres Wissen nicht vorrangig erst *erwerben*, sondern es anwenden und transformieren müssen, wird als metaphysisches Vereinheitlichungsmodell von Wissen gehandhabt (und in der Regel ontologisch mit dem ganzheitlichen, vernetzten oder monistischen Wesen der *Welt* und jedweder Problemlage begründet).

Der *durch* den interdisziplinären Zugang *theoretisch zerfallende* Gegenstand wird unter Berufung auf irgendeine ontische Einheit quasi "gerettet" vor dem, was man gerade selbst mit ihm veranstaltet. Diese Paradoxie führt zu einem ausgeweglosen Selbstverstärkungsprozeß und einer völligen Entleerung der Vereinheitlichungsbemühungen: Die Versuche - angesichts des Zerfalls des Gegenstands -, den *interdisziplinären* Blick zu bewahren, *vertiefen* natürlich den Zerfallsprozeß durch theoretische Operationalisierung, den man aufhalten will. Die

Versuche - angesichts dieser Erfahrung -, eine Einheit des Gegenstands herzustellen, können diese nur noch durch metaphysische Prinzipien *beschwören*. Das Ganze endet in einem Karussell von durch Beteuerungen normativ gesicherten Gemeinsamkeitsritualen heterogener empirischer Kleinarbeit. Das heißt: Selbst für die euphorisch gewollte Einheit bleibt faktisch nur die ("schäbige") Praxis der pragmatischen Interdisziplinarität übrig.

Daraus kann gefolgert werden, daß das Festhalten am Gegenstand nur mit der entgegengesetzten Perspektive zu bewältigen ist: Nicht die Einheit des Gegenstands (und Wissens) muß gesucht werden, sondern die Differenz der Theorien über den Gegenstand muß bestimmt werden. Diese *Differenz* ist die *Einheit* des Gegenstands *als interdisziplinärer*. Falls also das Ganze mehr als die Summe seiner Teile sein sollte, dann besteht es nicht aus einem metaphysischen Ganzheitscharakter auf der Objektseite, sondern aus dem objektkonstitutiven Diskurs über Differenzen.

Interdisziplinäre Arbeit muß also zunächst den disziplinären Zugängen zum Gegenstand - und zwar nicht nur auf der Datenebene - zu ihrem Recht verhelfen. Nicht nur die einzelnen Theorien sind de facto zur Kenntnis zu bringen, sondern vor allem muß deutlich werden, daß es auf dieser Ebene überhaupt keinen interdisziplinären Gegenstand gibt, weil die Gegenstandsbestimmung nicht empirisch, sondern theoretisch erfolgt. Daher besteht der Gegenstand aus divergierenden Gegenständen, und "Übersetzungsarbeit" von Theorien schreibt nicht die Theorie der Luftmassen aus der Meteorologie in die Theorie der Preise für Luft durch Umweltzertifikate aus der Umweltökonomie um, sondern demonstriert den exklusiven Konstitutionscharakter dieser Theorien für divergierende Realitätsebenen. Damit ist ein Paradox erzeugt:

Interdisziplinäre Theoriebildung widmet sich der differentiellen Gegenstandsbestimmung und der Rehabilitation und Verbesserung disziplinärer Arbeit.

Dies ist als Forderung an die universitäre Lehre gewiß leichter gesagt als getan, wenn damit nicht die schlichte Auflösung der interdisziplinären Fächerkombinationen gemeint sein soll. Der Fachbereich, aus dem meine Erfahrungen stammen, befindet sich nicht zufällig seit 20 Jahren in einer permanenten Studienreform. Über diese Studienreform zu berichten würde ganze Bände füllen. Doch gerade in solch einer Reform liegt die operative Quintessenz der oben genannten Forderung nach differentieller Gegenstandsbestimmung. Es ist nämlich festzustellen, daß das Dilemma produktiv wirkt, wenn es offen zu Tage tritt und diskutiert wird. Das Eingeständnis der Wahrheit über die Situation des Faches hat den Vorteil, daß darauf zurückgegriffen werden kann, wie die Wissenschaft ohnehin funktioniert, statt darauf, "Wunschwissenschaften" (Trepl) etablieren zu wollen. Die Problemformulierung lautet also nicht: "Wie betreibe ich ganzheitliche Erfahrungswissenschaft?", sondern: "Wie organisiere ich disziplinäre

Professionalisierung erstens punktuell und fallweise sowie zweitens als Diskurs über Differenzen?"

Eine Antwort darauf *will* ich nicht geben, denn sie wäre abstrakt. Die Lösung hängt von der Art des Gegenstandsbereichs und vor allem von institutionellen Kontextbedingungen ab. Worauf ich an dieser Stelle aber hinweisen will, ist die Differenz der "Philosophien", nach denen gehandelt werden kann. Wenn auch aus dem semantischen Hof von Interdisziplinarität ein Hang zur Einheit, zur Harmonie, zur Gemeinsamkeit, zum "Zusammenraufen" usw. zu folgen scheint, bedeutet Interdisziplinarität ja *auch*: "Verschiedene sollen zu Worte kommen." Wenn dies nicht im Sinne der pragmatischen Interdisziplinarität und als banale soziale Beschwichtigung gemeint sein soll, sondern theoretisch, dann bedeutet es, daß die Einheit nur in der Nicht-Identität zu haben ist.

Deshalb nenne ich dieses erweiterte Verständnis von Interdisziplinarität "reflektorisch".

## 5 Wissenschaftliche Lebensperspektiven

Abschließend will ich noch auf eine Barriere in der Praxis von Interdisziplinarität hinweisen. Sie scheint mir der wichtigste Hemmschuh für ihr Gelingen zu sein. Gleichzeitig ist sie das am sorgfältigsten verdrängte Faktum; falls es erwähnt wird, wird es schöngeredet.

Für den Fall, daß Interdisziplinarität sich auf die gemeinsame Arbeit nicht nur von beispielsweise unterschiedlichen Naturwissenschaftlern bezieht - das ist ja mittlerweile trivial und wird kaum noch erwähnt und als interdisziplinär gewertet -, sondern auf die Verbindung unterschiedlicher "Paradigmen", dann müssen die Beteiligten nicht nur einen Weg finden, sich gegenseitig fremdes Wissen zu vermitteln, sondern sie müssen eine fremde Lebensweise anerkennen und zwar genau jene, die sie eher ablehnen.

Wissenschaftstheoretisch wäre darüber viel zu sagen<sup>31</sup>; ich möchte statt dessen das Problem so kurz wie möglich an einem Beispiel aus meinem Erfahrungsbereich verdeutlichen. Dort prallen drei grundsätzlich unvereinbare Haltungen aufeinander: die

---

<sup>31</sup> Vgl. dazu ausführlicher Eisel 1992 und 1997.



des Erfahrungswissenschaftlers und Planers, die des hermeneutischen Gesellschaftswissenschaftlers und die des Künstlers (und Architekten).

Menschen, die jede Lebenskonstellation dadurch zu bewältigen versuchen, daß sie sich der Gegebenheiten durch Beobachtung versichern, dies quantitativ bemessen, systematisch und sortiert notieren und ihre Schlüsse daraus ziehen, sodann einen relevanten Fall, der unter diese Schlußfolgerungen zu subsumieren wäre, beschreiben und schließlich diesen Begründungszusammenhang politisch und juristisch zu normieren trachten, haben keinen besonders guten Draht zu den verstehenden Geisteswissenschaften und zu den Künstlern. Sie erstellen Gutachten und machen Gesetze. Das ist nicht nur ein "Beruf" für sie, sondern auf diese Weise erhält ihr Leben für sie die notwendige Sicherheit.

Der hermeneutisch reflektierende Gesellschaftswissenschaftler verschafft sich auf ganz andere Art Sicherheiten. Der "verstehet" alles, selbst seine Gegner - die sogar am besten. Er rekonstruiert den Sinn aller Geschehnisse und erstellt so einen Kosmos von Bedeutungszusammenhängen, in dem er einen deutlich erkennbaren Ort hat. Dem Gutachter liefert er kein Gegengutachten, sondern er entzieht ihm die Kriterien seiner Sachlichkeit, indem er ihm die Herkunft seiner latenten Bewertungen ideengeschichtlich und ideologiekritisch vorführt. Der Gutachter haßt den Verstehensfürsten, weil dieser immer der Igel und er selbst der Hase ist, aber noch mehr haßt er die Unverbindlichkeit seiner Begründungen, denn Sinndeutungen rekurren immer auf Allzusammenhänge, nicht auf meßbare Einzelereignisse.

Umgekehrt haßt der Reflexionswissenschaftler die Engstirnigkeit des "Positivisten", aber vor allem auch seine Erfolge in der Gesellschaft, denn diese kann er nicht wegreflektieren.

Fazit: Die Welt der Tatsachen (egal ob empirische oder normative) zu lieben und zu bewohnen und die Welt der sinnerfüllten Bedeutungen zu lieben und zu bewohnen, ist nicht dasselbe.

Die Meister des Wortes (und der Vernunft) und die Meister der Zahl (und des Verstandes) stehen gemeinsam sprachlos vor den Meistern der Sprachlosigkeit. Diese begründen gar nichts, sondern demonstrieren ihre Einbildungskraft in wunderschönen Entwürfen.

Anstelle einer rational oder auch sinnhaft nachvollziehbaren Verbindung von objektiven Ereignissen und anerkannten Prinzipien machen sie - ganz prinzipienlos - eine Art persönlicher Bemerkung zum Weltgeschehen. Sie mögen Prinzipien haben und befolgen, aber eine eindeutige Ableitungsbeziehung zwischen diesen und ihren

Entwürfen der zukünftigen Ereignisse gibt es niemals; andernfalls könnten nicht so viele wirklich gute Lösungen ein und derselben, beispielsweise architektonischen Aufgabenstellung existieren. Nachvollziehbar ist ihr Tun für den, der sich auf seinen Geschmack verlassen möchte und kann, "erklären" oder auch "normieren" läßt sich beim Entwerfen selbst aber ebensowenig etwas wie bei der Beurteilung des Entwurfs.

Das beängstigt und verärgert die Ritter der Vernunft und des Verstandes. Sie hatten sich für ein anderes Leben entschieden. Es sollte auf einen klaren Diskurs aufbauen - auch politisch ist das ja von Bedeutung; der nachvollziehbare Diskurs ist ein Grundprinzip demokratischer Vergesellschaftung. Die Ritter der Einbildungskraft leiden dagegen unter der Verknöcherung der Welt: Gutachten und Gesetze über alles und für alles - als ob so wirklich Sicherheit im Leben erreichbar wäre.

Ich breche den Vergleich hier ab; man könnte das ausschmücken und ausdifferenzieren. Es sollte deutlich geworden sein, daß der "Wissenschaftsbetrieb" nicht ein einheitliches kognitives Spezialesystem ist, sondern differierenden sozialpsychologischen Habitustypen einen Lebensraum bietet, Habitustypen, die sich eigentlich durch die professionelle und emotionale Vermeidung der jeweils anderen Alternativen konstituieren.

Zu behaupten, es gehe darum, daß diese Menschen eine "gemeinsame Sprache finden" müßten und um die Bereitwilligkeit zu kommunizieren (so als sei es mit Esperanto getan), halte ich für Gerede, das am Problem vorbeigeht. Was jeder der Beteiligten lernen müßte, wäre dies: Die Lebensperspektive, gegen die man sich entschieden hat, weil man diese Haltung zur Welt nicht mag und auch nicht souverän beherrscht (andernfalls hätte man sie ja ganz sicher gewählt), neugierig zu tolerieren. Er müßte das, was ihm eher Unbehagen bereitet, lieben lernen. Das klingt pathetisch, aber es entspricht - in dieser Schärfe - meiner Erfahrung. Alle Beteuerungen über die Relevanz von Interdisziplinarität bemesse ich an Verhaltensindizien auf dieser Ebene. Das hat sich als verlässlich erwiesen, denn reden läßt sich viel, wenn der Tag lang ist. Interdisziplinarität scheitert - zumindest was übergreifende Studienprojekte angeht - vorwiegend an menschlicher Engherzigkeit und Intoleranz.

## Literatur

- BÖHME, G., VAN DEN DAELE, W., KROHN, W., 1974:** Die Finalisierung der Wissenschaft. In: Diederich, W. (Hrsg.), Theorien der Wissenschaftsgeschichte. Frankfurt/M., S. 276-311.
- EISEL, U., 1992:** Über den Umgang mit dem Unmöglichen. Ein Erfahrungsbericht über Interdisziplinarität im Studiengang Landschaftsplanung - Teil 1. Gartenamt, 41. Jg., H. 9, S. 593-605, Teil 2 ebenda H. 10, S. 710-719. In veränderter Fassung in englischer Sprache erschienen: About Dealing with the Impossible: an account of experience in landscape planning courses. Interdisciplinary Studies. European Journal of Education, Vol. 27, Number 3, p. 239-255.
- EISEL, U. 1997:** Unbestimmte Stimmungen und bestimmte Unstimmigkeiten. Über die guten Gründe der deutschen Landschaftsarchitektur für die Abwendung von der Wissenschaft und die schlechten Gründe für ihre intellektuelle Abstinenz. In: Stefan Bernard; Philipp Sattler (Hrsg.): Vor der Tür. Aktuelle Landschaftsarchitektur aus Berlin. München, 1997, S. 17-23.

**Dipl.-Geogr. Marita Nehring**

*Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Stuttgart*

## **Perspektiven zur Interdisziplinarität**

### **Zusammenfassung der Abschlußrunde**

In der abschließenden Runde wurde von den anwesenden Teilnehmern eine Vielzahl von Anregungen und Meinungen zum Thema Interdisziplinarität in den Raum gestellt. Diese Meinungen begründeten sich weniger auf die vorangegangenen Vorträge als vielmehr auf einen reichen Schatz an Erfahrungen mit interdisziplinärer Arbeit, den die Anwesenden mitgebracht haben.

Die Aussagen lassen sich in unterschiedliche Sachbereiche gliedern.

Zum einen gab es einen Bereich der *persönlichen Voraussetzungen*, die notwendig sind, für interdisziplinäre Arbeit. Danach muß jemand, der interdisziplinär arbeitet, vor allem folgende Fähigkeiten mitbringen:

- Akzeptieren der Persönlichkeit des Gegenübers; Offenheit, die Bereitschaft, sich auf andere einzulassen; Lernbereitschaft; die Fähigkeit des Zuhörens und des Erklärenkönnens und -wollens; Respekt und Akzeptanz zu dem Wissen und den Fähigkeiten der/des anderen; Vertrauen; Ernsthaftigkeit; Bewußtsein für die Interessen und Bedürfnisse des anderen; eigenes Interesse für das „andere“; Mut; „Streitkultur“.

Ein anderer großer Bereich thematisierte die *Vor- und Nachteile*, die die Arbeit unterschiedlicher Fachwissenschaftler miteinander hervorbringt:

- Danach bietet Interdisziplinarität inhaltliche Anregungen für die eigene Arbeit. Aus den Forschungsschwerpunkten anderer Disziplinen lassen sich Themen für die Tätigkeit der eigenen Disziplin ableiten und unter einem „Perspektivenwechsel“ bearbeiten (unter Berücksichtigung der Ergebnisse der „anderen“).

- So wie sich Anregungen für die Arbeit der eigenen Disziplin finden lassen, besteht aber auch die Gefahr, an die eigenen Grenzen zu stoßen (oder gestoßen zu werden). Die bearbeiteten Projekte sind häufig in ein sehr komplexes Design eingebunden, so daß nur eine Disziplin zur Lösung einer Aufgabenstellung nicht ausreichend erscheint. Dieses muß aber nicht als Nachteil interdisziplinärer Arbeit gelten, da die Qualität der Arbeit stärker abgesichert werden kann, wenn sich der Wissenschaftler auf dieses „an die Grenze der eigenen Möglichkeiten treffen“ einläßt.
- Bei der konkreten interdisziplinären Zusammenarbeit kommt es immer wieder zum Aufeinandertreffen unterschiedlicher Meinungen (und unterschiedlicher Persönlichkeiten s. o.). Dabei bleibt es nicht aus, daß Reibungsflächen entstehen, die unterschiedlich begründet sein können. Zum einen ist sicherlich die Verständigung auf eine gemeinsame Vorgehensweise von wesentlicher Bedeutung, zum anderen auch das Aushandeln der entsprechenden Aufgabenbereiche. Dabei ist z. B. die Rollenzuteilung häufig fachlich orientiert, was nicht in allen Fällen als sinnvoll akzeptiert werden muß. Aber die stattfindenden Diskussionen und die stärkere Rechtfertigung der eigenen Position kann auf die inhaltliche Arbeit durchaus befruchtend wirken.
- Durch das Erkennen (und Akzeptieren) der Grenzen der eigenen Disziplin kommt es in der interdisziplinären Zusammenarbeit zu einer Einigung über die anzuwendenden Methoden, die dann auch aus allen Bereichen der beteiligten Wissenschaftler kommen können (Methodenmix). Damit besteht die Möglichkeit, zu Erkenntnisfortschritten zu gelangen, die über die Möglichkeiten der einzelnen Disziplin hinausgehen, und die Ergebnisse besser abzusichern. Dazu trägt auch bei, daß komplexe Zusammenhänge besser erkannt und effektiver verarbeitet werden können. Voraussetzung dafür ist neben den bereits genannten Bedingungen auch die Bewußtseinsbildung für die inhaltliche Ergänzung durch den anderen und damit das Erkennen der Notwendigkeit des anderen.
- Ein wichtiger Hinweis aus dem Auditorium bezog sich auf das Wissen um die Normen der beteiligten Fachwissenschaften. Sicherlich besteht bei Volkswirten, die sich mit der effizienten Verteilung knapper Ressourcen auseinandersetzen, ein anderer Hintergrund als bei Geographen oder Raumplanern, die räumliche Erscheinungen von Natur und Mensch analysieren. Darin können u. a. auch die Verständigungsprobleme zwischen unterschiedlichen Fachwissenschaften begründet liegen.
- Interdisziplinäre Arbeit kann dazu beitragen, die Ergebnisse der Arbeit besser an nicht beteiligte Personen oder Institutionen zu vermitteln, und damit eine höhere Akzeptanz derselben zu erzeugen.

- Sind die „Vorarbeiten“ für eine interdisziplinäre Arbeit geleistet, ist es sinnvoll, die Kontakte auch darüber hinaus zu pflegen und zu nutzen. Die bisher genannten Startbedingungen, die in einem derartigen Projekt erfüllt sein müssen, bedeuten häufig einen großen Aufwand. Es wäre Verschwendung, diesen nicht weiter zu nutzen.
- Die häufigste Kritik, die an interdisziplinärer Zusammenarbeit geübt wurde, bezog sich auf die mangelnde Bereitschaft der Beteiligten, die notwendigen persönlichen Grundvoraussetzungen auch wirklich zu erfüllen. Häufig bleibe eine „betonierte Grundhaltung“ bestehen. Und so würde die eigentliche Arbeit behindert. Ein Teilnehmer vermutete, daß es sich auch bei Interdisziplinarität um eine Modeerscheinung handele.
- Außerdem bestünde die Gefahr des „Universaldilettanten“/Halbwissens. Durch die Zusammenarbeit mit andern Fachleuten, lernt der Wissenschaftler deren Methoden kennen (und schätzen) und fühlt sich dann an anderer Stelle in der Lage, diese fachfremden Kenntnisse für das eigene Fach zu verwenden, ohne aber deren genauen Hintergrund und Rechtfertigung zu kennen.

Neben den persönlichen Voraussetzungen und den Vor- und Nachteilen wurde ein dritter Bereich angesprochen, der auch in der vorangegangenen Diskussion zur Debatte stand: Bei dem Thema Interdisziplinarität kann und darf es nicht nur darum gehen, die Verständigung zwischen Fachwissenschaftlern unterschiedlicher Provenienz zu verbessern. Wesentlich ist auch die Einbeziehung und damit die Schaffung von Akzeptanz für die Arbeit und die Ergebnisse bei Dritten, also bei Bürgern, Politikern und in der Verwaltung und damit auch bei Auftraggebern oder Zielgruppen.

Und dabei, ebenso wie bei den beiden erst genannten Punkten, ist *die Verständigung auf ein gemeinsames Ziel/Problemfeld* die wesentliche Voraussetzung. Ist diese erfüllt, dann, so wurde geäußert, gebe es sprachlich und methodenspezifisch keine Verständigungsprobleme.

Abschließend sei noch ein Punkt zur Sprache gebracht, der auch allgemeine Zustimmung erfahren hat: das Erfordernis der Rückbesinnung auf das eigene Fach. In der komplexen (wissenschaftlichen) Welt findet soviel „Miteinander“ statt, daß für eine zielführende Arbeit das Agieren aus dem gefestigten Hintergrund des eigenen Faches notwendig ist. Die Qualität einer Arbeit und damit auch ihr Erfolg hängt nicht zuletzt von einer Dialektik zwischen Interdisziplinarität und Disziplinarität ab, wobei die Erforderlichkeit des einen oder anderen für jede Aufgabe zu prüfen bleibt.

## Teilnehmerliste

*(alphabetisch)*

Dr.-Ing. Jürgen Braun, LS Verkehrs- und Stadtplanung, München

Dipl.-Geogr. Jens Brenner, Akademie für Technikfolgenabschätzung, Stuttgart

Dr.-Ing. Harry Dobeschinsky, Verkehrswissenschaftliches Institut, Stuttgart

Dr. Peter Gehrung, BMV Referat A 20, Bonn

Dipl.-Ing. Frank Gericke, MODUSPLAN, Karlsruhe

Dipl. Soz. Konrad Götz, Institut für sozial-ökologische Forschung, Frankfurt

Dr. Rainer Großer, Berufsakademie Stuttgart, Stuttgart

Kathrin Grützmann, Steinbeis-Transferzentrum, Stuttgart

Lic. rer. reg. Dieter Gust, Regionalverband Neckar-Alb, Mössingen

Prof. Dr. Günter Haag, Steinbeis-Transferzentrum, Stuttgart

Dipl.-Geogr. Monika Herrmann, Akademie für Technikfolgenabschätzung, Stuttgart

Dipl. Volksw. Karin Hüther, Institut für angewandte Wirtschaftsforschung, Tübingen

Dr.-Ing. Richard Junesch, Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung, Stuttgart

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Werner Köhl, Beratender Ingenieur + Stadtplaner, Reutlingen

M. A. Hans-Ulrich Kopp, Lautenschlager + Kopp, Stuttgart

Till Munz, Steinbeis-Transferzentrum, Stuttgart

Dipl.-Geogr. Marita Nehring, Akademie für Technikfolgenabschätzung, Stuttgart

Dipl.-Ing. Bettina Oppermann, Akademie für Technikfolgenabschätzung, Stuttgart

Dipl.-Ing. Walter Reinhardt, freier Stadtplaner + Architekt, Stuttgart

Dipl.-Geogr. Barbara Richter-Jakob, Institut für Geographie, Stuttgart

Wolf Rogowski, Akademie für Technikfolgenabschätzung, Stuttgart

Dr. Diethard Schade, Akademie für Technikfolgenabschätzung, Stuttgart

Dr. Konrad Schliephake, Geographisches Institut, Würzburg

Dr. Oliver Schwarz, Institut für Allgemeine Wirtschaftsforschung, Freiburg

Dr.-Ing. Marcus Steierwald, Akademie für Technikfolgenabschätzung, Stuttgart

Dr.-Ing. Dirk Valleé, Verband Region Stuttgart, Stuttgart

Dr.-Ing. Walter Vogt, Institut für Straßen- und Verkehrswesen, Stuttgart

Prof. Dr. Walter, Hochschule für Technik, Stuttgart

Dipl. Kff. Christiane Waßmann, TU Hamburg-Harburg, Hamburg

M. A. Frank Zimmermann, Sandhausen



## **Referenten und Autoren**

*nach Reihenfolge der Beiträge*

**Dr. Konrad Schliephake**

Institut für Geographie der Universität Würzburg  
Am Hubland  
97074 Würzburg

**Dr. Dieter Gust**

Regionalverband Neckar Alb  
Bahnhofstr. 1  
72116 Mössingen

**Dr. Oliver Schwarz**

Institut für Allgemeine Wirtschaftsförderung  
Abteilung für Statistik und Ökonometrie der Albert-Ludwigs-Universität  
Belfortstr. 24  
79098 Freiburg im Breisgau

**Prof. Dr. Günter Haag**

Steinbeis-Transferzentrum  
Angewandte Systemanalyse  
Rotwiesenstr. 22  
70599 Stuttgart

**Dipl.-Soz. Konrad Götz**

Institut für Sozialökologische Forschung (ISOE) GmbH  
Hamburger Allee 45  
60486 Frankfurt

**Dr.-Ing. Jürgen Braun**

Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung  
Technische Universität München  
Arcisstr. 21  
80333 München

**Prof. Dr. Ulrich Eisel**

Institut für Management in der Umweltplanung (IMUP)  
Technische Universität Berlin  
Franklinstraße 28/29, FR 2-7  
10587 Berlin